X1シリーズ
X1/turbo/Z

試験に出るX1
ハードウェアのフルコース

祝 一平 著

日本ソフトバンク

試験に出るX

ハードウェアのフルコース

祝　一平 著

日本ソフトバンク

まえがき

'85年の6月からOh!MZ誌に連載を始め，それから2年2か月の間，X1のハードウェアをさまざまにいじくりまくった結果が本書である。ただし，連載時にあったライン描画，ペイントプログラムなどのグラフィックに関するものなどはページ数の関係で除外してある。世の中というものは，そんなものなのである。

連載を始めた当初は，分かっているつもりであったことも，実際に書き始めてみると意外といい加減な知識しかなかったことに気付き，あわてて調べ直したことも多々あった。それやこれやで，単純ミスからドタコまで，さまざまな間違いもあったが，そのたびに優秀な読者からご指摘をいただいた。そう考えてみると，多くのその筋なX1ユーザーのご助力を抜きにして，本書はなかったかもしれない。なんて，殊勝なことを言ってみたりする。

ともかく，本書にX1についての私の知識のほとんどを盛り込むことができた。読者各位に便利に使っていただきたい。そして，ブラックボックスではなく，すべてをユーザーに解放されたマシンの面白さを知っていただけたら幸いである。

私的ながら，本書は私にとって**1冊目**の著述にあたります。100冊を一つの頂点とするなら，ちょうどその1/100まで来たことになります。その（私にとって）記念すべき1冊にX1に巡り会えたことは，幸いなことだったと思います。

1987年　晩秋　　祝 一平

目　次

目　次

目　次

目　次

第0章

I/Oマップ

きっと完全無欠なI/Oマップ

第0章

きっと完全無欠なI/Oマップ・・・・

図0-1　I/Oマップの概観

・G-RAMのバンク切り換えは 1FD0H へ
・同時アクセスモードは 1A02H と 4000H へ
・turboZの多色モードでは，単純なR,G,Bではない

アドレス	バンク1（turboのみ）	バンク0
0000		ユーザーI/Oポート＆システムI/Oポート
2000		テキストVRAM＆テキストアトリビュート
4000	G-RAM (B)	G-RAM (B)
8000	G-RAM (R)	G-RAM (R)
C000	G-RAM (G)	G-RAM (G)
FFFF		

アドレス	内容
0000	未使用
0700	FM音源，CTC
0800	カラーイメージボード
0900	未使用
0A00	立体ボード，CTC
0B00	バンク切り換え
0C00	RS-232C(CZ-8RS)
0D00	外部RAM(EMM)
0E00	外部ROM
0F00	FDD
1000	パレット(B)
1100	パレット(R)
1200	パレット(G)
1300	プライオリティ
1400	CG ROM/漢字ROM
1500	PCG(B)
1600	PCG(R)
1700	PCG(G)
1800	CRTC
1900	8255①
1A00	8255②
1B00	PSGデータ
1C00	PSGレジスタ NO.
1D00	IPL(BIOS)ROM ON
1E00	IPL(BIOS)ROM OFF
1F00	DMA，CTC，SIO，画面管理等
2000	テキストアトリビュート
2800	未使用
3000	テキストVRAM
3800	漢字VRAM(turboのみ)
4000	

この章ではX1/X1 turboのI/Oマップを網羅するのである。この部分はOh! MZ誌の連載時に，初めは「たぶん完全無欠なI/Oマップ」として書いたものであるが，あちこちに間違いが見つかり，やがて「ほとんど完全無欠なI/Oマップ」となり，さらにバグを取って，ここに「きっと完全無欠なI/Oマップ」となったのである。相変わらず完全無欠と言い切らないあたりが微妙にその筋なのである。

マップにはX1，turbo，Zの三つのマークがあるが，それらの意味は，

1) X1 ：ノンturboのユーザーにお勧め（もちろんturboでも使える）

2) turbo ：turboとZのユーザーにお勧め

3) Z ：turboZのユーザーにだけお勧め

ということである。参考にしていただきたい。そして注意しておくが，X1のI/Oポートでは，たとえば1802_H番地は1800_H番地と同じである。これは業界用語で言うところの**デコードされてない**というやつである。

では，X1/X1 turboの64 Kバイトにわたる I/O空間を見ていくのである。

まず，**図0-1**はI/O空間の概観である。

0000_H〜$1FFF_H$までは「ユーザーI/Oポート」と「システムI/Oポート」ということになっている。しかし，困ったことにどこまでが「ユーザー」でどこまでが「システム」なのかは，よく分からないのである。一応ユーザーI/O領域は0000_H〜$00FF_H$,システムI/O領域は0100_H〜$1FFF_H$と考えてよいだろう。

では，番地の小さい方から順に**もりもりと**やってみるのである。

0700_H　FM音源/CTC（→第11章）
IN/OUT：X1/Z

0700_H	YM2151アドレスポート	OUT
0701_H	YM2151データポート	IN/OUT
0704_H	CTCチャンネル0	IN/OUT
0705_H	CTCチャンネル1	IN/OUT
0706_H	CTCチャンネル2	IN/OUT
0707_H	CTCチャンネル3	IN/OUT

チェックポイント　turboZにはFM音源が入っているが，CTCは付いていない。ただし，0704_Hはデータラッチ機能があり，FM音源機能のソフトチェックに使われる。

0800_H カラーイメージボード（→第12章）
IN/OUT：X1

0800_H	カラーイメージボードコントロール	OUT
0801_H	画像データ読み込み	IN

チェックポイント　Zの画像デジタイズとはまったく違う。

$0A00_H$　立体ボード/CTC
IN/OUT：X1

$0A00_H$	立体ボードコントロール	OUT
$0A04_H$	CTCチャンネル0	IN/OUT
$0A05_H$	CTCチャンネル1	IN/OUT
$0A06_H$	CTCチャンネル2	IN/OUT
$0A07_H$	CTCチャンネル3	IN/OUT

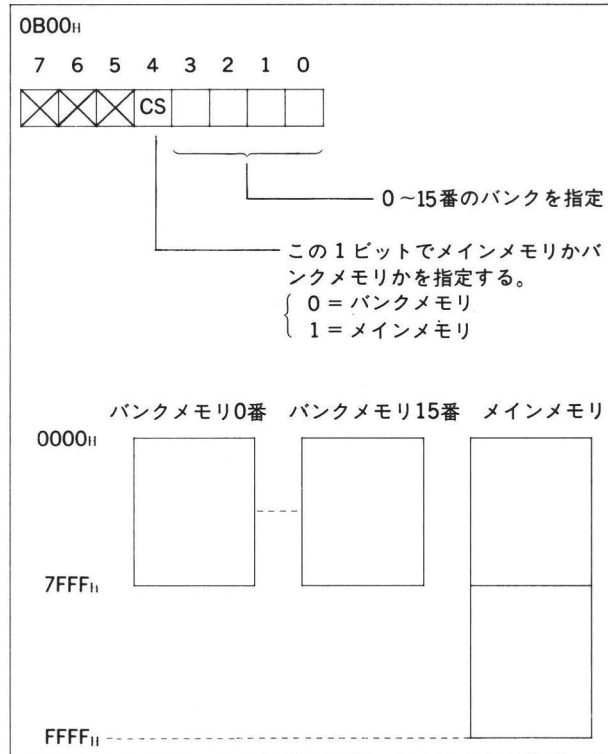
コントロール内容

コントロールデータ	D_1 D_0	データ出力時のフィールドにおける立体スコープ動作	表示するグラフィックスクリーン
0	0 0	垂直同期ごとL，R交互に開閉	垂直同期ごとL,R交互に表示
1	0 1	左シャッタOPEN 右シャッタCLOSE	LEFT(PAGE0)
2	1 0	左シャッタCLOSE 右シャッタOPEN	RIGHT(PAGE1)
3	1 1	左シャッタOPEN 右シャッタOPEN	

注1）D_6〜D_2は無効。

注2）シャッタのOPEN/CLOSEは一度設定すると，それ以後はハードがフィールドごとの切り換えを自動的に処理してくれる。詳しくはCZ-8BR1の取扱説明書の付録を参照のこと。

0B00H メイン/バンクメモリ切り換え

OUT : turbo

turboで拡張された部分である。turboZ IIではバンクメモリ0，1番が内蔵されている。以前は，MS(X)-DOS(Multiplan)によってバンク0，1番が使われていただけであった。ノーマルな状態のバンクはシステム内メモリである。

0C00H RS-232Cカード(CZ-8RS)

IN/OUT : X1

0C＊0H	データ R/W	IN/OUT
0C＊1H	コントロール，ステータス R/W	IN/OUT
0C＊2H	送信IEOをリセット	OUT
0C＊3H	受信IEOをリセット	OUT
0C＊4H	送信割り込み許可	OUT
0C＊5H	送信割り込み禁止	OUT
0C＊6H	受信割り込み許可	OUT
0C＊7H	受信割り込み禁止	OUT

チェックポイント アドレス中の"＊"はディップスイッチで設定する。

X1シリーズの旧タイプのRS-232Cカード（CZ-8RS）である。turboのモデル10以外で内蔵しているもの，およびRS-232Cマウスボード（CZ-8BM2）とは異なる。

0D00$_H$　外部RAMボード(EMM)(→第8章)

IN/OUT：

EMM0の場合は次のようになる。

0D00$_H$	アドレス下位指定(00$_H$～FF$_H$)	OUT
0D01$_H$	アドレス中位指定(00$_H$～FF$_H$)	OUT
0D02$_H$	アドレス上位指定(00$_H$～04$_H$)	OUT
0D03$_H$	データのリード/ライト(内部アドレスは自動加算)	IN/OUT

EMM1は0D04$_H$, EMM2は0D08$_H$から，というように4番地ごとに計64枚が（スロットの数があれば）つながる。

0E00$_H$　外部ROM(BASIC ROM, 漢字ROM)(→第3章)

IN/OUT：

0E00$_H$～0E03$_H$ BASIC ROM (CZ-8RB)

0E00$_H$	アドレス上位指定	OUT
0E01$_H$	アドレス中位指定	OUT
0E02$_H$	アドレス下位指定	OUT
0E03$_H$	データリード	IN

0E80$_H$～0E82$_H$ 漢字ROM(CZ-8KR)

0E80$_H$	左側データ/アドレス下位指定(00$_H$～FF$_H$)	IN/OUT
0E81$_H$	右側データ/アドレス上位指定(00$_H$～FF$_H$)	IN/OUT
0E82$_H$	(0E82$_H$) ←01　漢字ROMセレクト (0E82$_H$) ←00　増設用EPROMセレクト	OUT

0E80$_H$～0E82$_H$ 増設用EPROM(カナ漢字変換ROM)

0E80$_H$	ROM1データ/アドレス下位指定(00$_H$～FF$_H$)	IN/OUT
0E81$_H$	ROM2データ/アドレス上位指定(00$_H$～FF$_H$)	IN/OUT
0E82$_H$	(0E82$_H$) ←00　増設用EPROMセレクト (0E82$_H$) ←01　漢字ROMセレクト	OUT

BASIC ROMには，アドレスの自動カウントアップ機構はないようである。また，アドレスの指定は上位，中位，下位の順で外部ROMボードとは異なっていることに注意していただきたい。漢字ROMのアクセス方法などに関しては第3章を見ていただきたい。増設用EPROMは，8K×2個がささるようになっている。HuWP（ハドソン）に付属していたカナ漢字変換ROM（I・Oデータ機器製：PIO-3055-01）である。しかしながら，X1G model 20などはそのようなROMがささる場所はなく，「辞書はディスク上に持つ」という状況である。すなわち過去の遺物である。

0FD0$_H$　ハードディスク

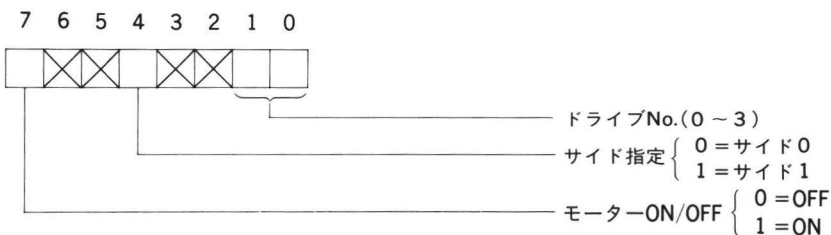
IN/OUT：

0FD0$_H$	データ	IN/OUT
0FD1$_H$ 0FD2$_H$ 0FD3$_H$	コントロール	

相変わらずアドレスしか分からない。ハードディスクはSCSI準拠であるから，将来的にはCD-ROMなども付くはずなのだが，どーなるのであろう。また，X1にもつながるはずなのであるが，'87年11月現在もサポートがない。むーん。

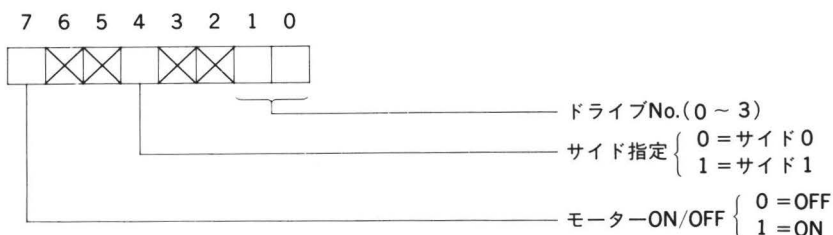
0FE8H　8インチFD
IN/OUT：

0FE8H	ステータスレジスタ　コマンドレジスタ	IN/OUT
0FE9H	トラックレジスタ	IN/OUT
0FEAH	セレクタレジスタ	IN/OUT
0FEBH	データレジスタ	IN/OUT
0FECH	FM方式指定/ドライブNO.，サイド，モーターON	IN/OUT
0FEDH	MFM方式指定	IN
0FEEH	1.6Mタイプ指定	IN
0FEFH	500K/1M切り換え	IN

0FECH出力内容の意味

turbo/Zでは8インチFDを4台まで接続できるのである（5インチFDとは別)。しかし'87年11月現在もまったくサポートされていない。5インチFDの2HDが主流であるから，それも致し方ないであろう。8インチFDのコントロール内容は，I/Oアドレスがずれている以外は5インチ2HDと同じである。ただし，0FEFH番地は無意味である。

0FF8H　5インチFD（→第9章）
IN/OUT：X1/turbo

0FF8H	ステータスレジスタ　コマンドレジスタ	IN/OUT
0FF9H	トラックレジスタ	IN/OUT
0FFAH	セクタレジスタ	IN/OUT
0FFBH	データレジスタ	IN/OUT
0FFCH	FM方式指定/ドライブNo.，サイド，モーターON	IN/OUT
0FFDH	MFM方式指定	IN
0FFEH	1.6Mタイプ(2HD)指定	IN
0FFFH	500K(2D)/1M(2DD)切り換え	IN

0FFCH出力内容の意味

1000H, 1100H, 1200H　グラフィックパレット（→第14章）
IN/OUT : X1 / Z

X1/turboおよびZでのコンパチモード(OUTのみ)

この三つのI/Oポートは一組になっている。

	7	6	5	4	3	2	1	0	
10**H									(00H～FFH)
11**H									(00H～FFH)
12**H									(00H～FFH)

縦1列の3ビットを3桁の2進数(0～7)と
みなしカラーコードにする。

たとえば，第4ビットの縦1列が

0
1
1

(右に90度回転すれば&B110＝6)

は「PALET 4, 6」に対応する。

チェックポイント　標準状態(「INIT」の後)は以下のとおりである。

(10**H) ←AAH＝&B 1 0 1 0 1 0 1 0
(11**H) ←CCH＝&B 1 1 0 0 1 1 0 0
(12**H) ←F0H＝&B 1 1 1 1 0 0 0 0

「*」印は何でもよいということである。またもや業界用語で言うところの「デコードされていない」である。このポートは出力のみである。うっかりINすると，パレットの状態が変化してしまう。注意していただきたい。

turboZの多色モードの場合(IN/OUT可能)

1300H　プライオリティ
OUT：X1

7	6	5	4	3	2	1	0

　それぞれのカラーコードがテキストより優先するかを決定する。たとえば第5ビットが1ならば，カラーコード5(＝シアン)はテキストよりも優先する。第0ビットは，背景を意味する。
　BASICのPRWに指定する数値と同じである。
チェックポイント　Zの場合は1FC0Hも参照。

1400H,1500H,1600H,1700H，CG,漢字ROM,PCGアクセス（→第2,3章）
IN/OUT：X1/turbo

X1/X1 turboコンパチアクセスモード

14＊＊H	CG ROMアクセス	IN
15＊＊H	PCG BLUEアクセス	IN/OUT
16＊＊H	PCG RED アクセス	IN/OUT
17＊＊H	PCG GREENアクセス	IN/OUT

X1 turbo高速アクセスモード

14＊0H～14＊FH	CG，漢字ROMアクセス	IN
15＊0H～15＊FH	PCG BLUEアクセス	IN/OUT
16＊0H～16＊FH	PCG REDアクセス	IN/OUT
17＊0H～17＊FH	PCG GREENアクセス	IN/OUT

チェックポイント　turboの場合，I/Oポート1FD0Hの第5ビットが1ならば高速アクセスモード，0ならばコンパチアクセスモード。

1800H　CRTC（→第1章）
OUT：X1

1800H	CRTCレジスタNo.指定(0～17)
1801H	CRTCレジスタへのデータ(00H～FFH)

(CRTCの型番はHD46505-SP)
チェックポイント 40/80桁の切り換えには，I/Oポート1A02Hの第6ビットが関係している。0なら80桁，1なら40桁。
　turboでは400ラインになったことに加えて，アンダーラインモードも加わったので，1FD0H もいっしょに設定しなければならない場合がある。

　18個あるCRTCのレジスタのうち実際に意味があるのは12個である。X1ではスーパーインポーズ時にスクロールできるが，これはCRTCの5番レジスタ（R5)を書き換え，さらにポート1A02Hの第4ビットを0にすることで行なえる。いろいろいじくりまわすと面白い石である。

1900H　サブCPU80C49(8255①)(→第4章)
IN/OUT：X1

グループ	ポート端子	コントロール内容	アクティブ	
A	PA_7	Z80とのデータ入出力(IN/OUT) (1900H)	−	モード2
	PA_6		−	
	PA_5		−	
	PA_4		−	
	PA_3		−	
	PA_2		−	
	PA_1		−	
	PA_0		−	
	PC_7	Z80Aに対してデータ受け取り指示信号	L	
	PC_6	Z80Aがポート Aからデータ受け取り信号	L	
	PC_5	Z80Aに対してデータ転送禁止信号	H	
	PC_4	Z80Aからのデータをポート Aに入力/ラッチ指示信号	L	
B	PC_3		−	モード0
	PC_2	カセットLEDの点灯(H:READ, L:WRITE)	−	
	PC_1	Z80AへのBREAK信号	L	
	PC_0	カセットのEJECTソレノイドコントロール	L	
	PB_7	OBF信号	−	
	PB_6	ACK信号	−	
	PB_5	APSS(無記録部検出)	−	
	PB_4	EJECT SWセンス	L	
	PB_3		−	
	PB_2	カセットテープの書き込み禁止用の爪がある状態	H	
	PB_1	カセットがセットされている状態	H	
	PB_0	テープエンド検出	L	

チェックポイント　この図は80C49から見た場合である。このときZ80は80C49の周辺デバイスとみなされる。Z80から入出力が可能なのはポートA(PA_0～PA_7)だけである。

チェックポイントを繰り返すが，ポートB (PB_0～PB_7)，ポートC (PC_0～PC_7) をZ80が直接変化させることはできない。サブCPU 80C49と交信して間接的にアクセスしなければならない。結局，実際に意味があるのは1900H番地だけということであり，Z80はこのポートを使ってサブCPUと会話することになる。当然8255のモード設定などはZ80側からは行なえない。サブCPUのアクセスには8255②を参照のこと。

1A＊0$_H$～1A＊3$_H$　8255②

IN/OUT : X1

ポート	ポート端子	コントロール内容	アクティブ	
A OUT (1A00$_H$)	PA$_7$	プリンタ出力データ	－	モード0（グループA）
	PA$_6$		－	
	PA$_5$		－	
	PA$_4$		－	
	PA$_3$		－	
	PA$_2$		－	
	PA$_1$		－	
	PA$_0$		－	
B IN (1A01$_H$)	PB$_7$	垂直帰線期間信号	L	モード0（グループB）
	PB$_6$	データ転送禁止信号	H	
	PB$_5$	80C49からのデータ受け取り可能指示信号	L	
	PB$_4$	BIOS ROM ON (turboのみ)	L	
	PB$_3$	プリンタからの入力可能指示信号	L	
	PB$_2$	垂直同期信号	H	
	PB$_1$	カセット読み出しデータ	－	
	PB$_0$	BREAK信号	L	
C OUT (1A02$_H$)	PC$_7$	立ち上がりでプリンタは入力データをサンプルする	立ち上げ	
	PC$_6$	80/40桁（1＝40桁，0＝80桁）	－	
	PC$_5$	立ち下げで同時アクセスモード	立ち下げ	
	PC$_4$	スムーススクロール信号	L	
	PC$_3$		－	モード0（グループA）
	PC$_2$		－	
	PC$_1$		－	
	PC$_0$	カセットテープへの書き込みデータ	－	
コントロールレジスタ設定ポート　OUT（1A03$_H$）				

8255モード制御（ビット7＝1）
1A03$_H$

7	6	5	4	3	2	1	0
1							

ビット0〜2：

グループ制御		
ポートC（下位）	0	出　力
	1	入　力
ポートB	0	出　力
	1	入　力
モード選択	0	モード0
	1	モード1

ビット3〜6：

グループ制御		
ポートC（上位）	0	出　力
	1	入　力
ポートA	0	出　力
	1	入　力
モード選択	00	モード0
	01	モード1
	1X	モード2

8255ビット・セット/リセット(ビット7=0)(ポートCに対して)
1A03H

ビット・セット/リセット	0	リセット
	1	セット

ポートC　ビット選択								
ビット	0	1	2	3	4	5	6	7
D_1	0	1	0	1	0	1	0	1
D_2	0	0	1	1	0	0	1	1
D_3	0	0	0	0	1	1	1	1

チェックポイント　ビット・セット/リセット制御はポートC(1A02H)の任意の1ビットを変化させるもので，プログラムを高速かつコンパクトにできる。

8255②は①と違って別に変わった使われ方はしていない。ここは重要なので少々丁寧に説明する。

プリンタへの出力は，

1)　BUSY (PB_3)＝0まで待つ

2)　ポートA (1A00H) へデータを出力

3)　PC_7を立ち上げる (?→0→1)

で行なえる。

PB_7 (垂直帰線期間信号)，PB_2 (垂直同期信号) はCRTの状態読み出し。特にPB_7はPCGアクセス時に重要である。

PB_6 (データ転送禁止信号) はサブCPUとの会話用に使われていて，PB_6＝1はサブCPUからの「待ってくれ」を意味する。

PB_4は現在のバンクがBIOS (IPL) ROM側か，メインメモリ側かを検出するものである。turboのみの機能である。

PB_1はカセットからの読み出しデータ。

PB_0はサブCPUからの信号で，CMTがPLAY中に[BREAK]キーが押されたときなどに0になる。

PC_6は80，40桁の切り換え。

PC_5は立ち下げ (?→1→0) で同時アクセスモードになる。ただし，その前にDIで割り込みを禁止しておくこと。このモードを解除するには，何でもいいからIN命令を実行すればよい。詳しくは[4000H]へ。

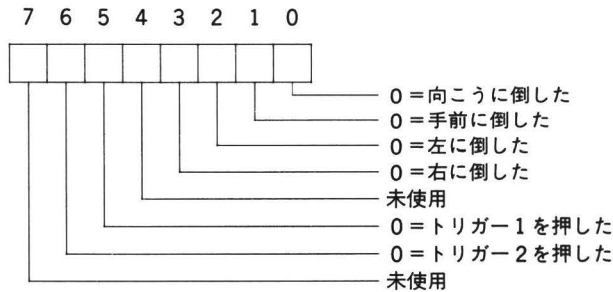
PC_4は0のときCRTCの5番レジスタとともにスムーススクロールを実現する (スーパーインポーズ時)。

PC_0はカセットテープへの書き込みであるが，任意の長さの「1」を書けるわけではない。

なお，モード設定はIPLが行なってくれるので別にユーザーは気にする必要はない。

1B＊＊H, 1C＊＊H　PSG, ジョイスティック（→第10章）
IN/OUT : X1

1B＊＊H	PSGデータ(00H～FFH)	IN/OUT
1C＊＊H	PSGレジスタ指定(0～15)	OUT

ジョイスティックのデータの意味(R_{14}, R_{15})

PSG（AY-3-8910）へのアクセスである。ジョイスティックをアクセスするにはPSGのレジスタ，R_7，R_{14}，R_{15}を使う。次のプログラムは，JOY1，JOY2をともに読み出し，データを表示するものである。

```
10  OUT  &H1C00, 7 : 'select register
20  r5=INP(&H1B00)  AND  &B111111
30  OUT&H1C00, r5 : 'set  register
40  '
50  OUT  &H1C00, 14 : j1=INP(&H1B00)
60  OUT  &H1C00, 15 : j2=INP(&H1B00)
70  PRINT  BIN$ (j1), BIN$ (j2)
80  GOTO 50
```

ジョイスティックからの入力は負論理である。なお，レジスタ番号の指定は1度行なえば続けてアクセスする際には再指定する必要はない。

1D＊＊H, 1E＊＊H　IPL(BIOS)ROM ON/OFF
OUT : X1 / turbo

1D＊＊H	IPL ROM ON	OUT
1E＊＊H	IPL ROM OFF	OUT

チェックポイント　OUTするデータはなんでもよい。

ROMをONにすると0000H～7FFFHまでがROMに切り換わる。したがって，それを直接行なうOUT命令は8000H～の位置になければならない。

ROMがONのとき0番地へジャンプすればIPLが起動する。ROMがONのときに，0000H～7FFFHにデータの書き込みを行なうと，RAMに書き込まれる。しかし読み出しはROMから。この手法はシャドウRAMと呼ばれる。これにより64Kバイトを一発でロードできる。

1A01H番地のPB_4も参照。

```
LD      BC, 1D00H
OUT     (C), A
XOR     A
LD      (100H), A
LD      A, (100H)
LD      BC, 1E00H
OUT     (C), A
```
とすると，Aレジスタに何が入っているか？　0ではない。

1F8*H　DMA（→第8章）
IN/OUT：turbo

1F8*H	DMAへのコマンド，データ	IN/OUT

Z80 DMAコントローラは(メモリ，I/O)↔(メモリ，I/O)間のデータ転送を高速に行なうためのLSIである。DMAにはデータ転送ばかりではなくサーチ機能もある。また転送でも特定の番地の内容を，ある範囲にコピーすることができる。すなわちG-RAM全域に0を転送することも可能である。この手法を使えば高速画面クリア，スクロールを実現できるが，turbo BASICでは使用していないようである。

1F90H　SIO（→第6,7章）
IN/OUT：X1/turbo

1F90H	チャンネルAデータ	IN/OUT
1F91H	チャンネルA制御	IN/OUT
1F92H	チャンネルBデータ	IN/OUT
1F93H	チャンネルB制御	IN/OUT

チェックポイント　チャンネルBはマウスにつながっている。ボーレートは4800bpsである。

RS-232Cカード，CZ-8RSとは互換性がないことに注意が必要。

CZ-8BM2上のSIOのアドレスは1F98H～1F9BHが割り当てられている。このカードにはCTCが入っていて，こちらの方のアドレスは1FA8H～1FABHとなる。これはCTCがボーレートジェネレータの役割をしているためである。

1FA0H　CTC（→第5章）
IN/OUT：X1/turbo

1FA0H	チャンネル0	タイマモード	IN/OUT
1FA1H	チャンネル1	SIOチャンネルAクロック	IN/OUT
1FA2H	チャンネル2	SIOチャンネルB(マウス)クロック	IN/OUT
1FA3H	チャンネル3	カウンタモード	IN/OUT

チェックポイント　チャンネル0の使うクロックは4MHz，タイマ周期は4μsec～16.384msecまで。チャンネル1，2は2MHzのクロックを使用。チャンネル3はチャンネル0をカウントし，最長タイマは4.194sec。

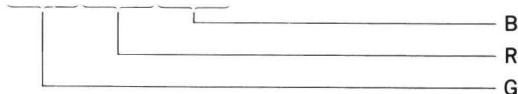
SIOの所で説明したように，1F98$_H$〜1F9B$_H$にもう一つのCTCを付けることができる。また，FM音源ボード，立体ボードなどにもCTCが載る。

1FB0H　Zモード指定（→第14章）
IN/OUT：Z

データ内容	コントロール
ビット0	0＝インタレーススーパーインポーズしない 1＝インタレーススーパーインポーズする
ビット1	無効
ビット2	0＝画像取り込みの階調ノーマル 1＝画像取り込みの階調反転 }（ビット7，3＝1のときのみ有効）
ビット3	0＝画像取り込みをしない 1＝画像取り込みをする }（ビット7＝1のときのみ有効）
ビット4	0＝4096色1画面モード指定 1＝64色2画面モード指定 }（320×200のときのみ有効）
ビット5	無効
ビット6	無効
ビット7	0＝X1/X1 turboコンパチモード 1＝多色(turboZ)モード

1FB9H〜1FBFH　Zテキストパレット指定（→第14章）
IN/OUT：Z

アドレス	コントロール
1FB9H	青のカラーコード
1FBAH	赤のカラーコード
1FBBH	マゼンタのカラーコード
1FBCH	緑のカラーコード
1FBDH	シアンのカラーコード
1FBEH	黄のカラーコード
1FBFH	白のカラーコード

設定データ

RGB各2ビットずつ＝64色を指定できる。

1FC0H　Zプライオリティ指定（→第14章）
IN/OUT：Z

データ内容	コントロール
ビット0，1	0，0＝テキストはグラフィックより優先 0，1＝グラフィックはテキストより優先 1，0＝テキストはグラフィック2面の間に入る 1，1＝未定義

ビット2	無効
ビット3	0＝バンク0はバンク1より優先 1＝バンク1はバンク0より優先
ビット4	0＝片方のバンクだけを表示する 1＝バンク0, 1を同時に表示する
ビット5 ビット6 ビット7	無効

ビット3, 4は2画面モード(→1FB0$_H$番地のビット4)のときのみ有効。

- 多色(turboZ)かつ320×200モードでのみ意味のあるポート
- ビット4＝0のときはビット1＝0とみなされる
- ビット4＝1のときは1FD0$_H$のビット3は無効

1FC1$_H$　Z画像取り込み位置補正指定(→第14章)
IN/OUT : Z

7 6 5 4 3 2 1 0

0〜255の補正ドット数を指定する。

- 200ラインモード(1FD0$_H$のビット0＝0)のときのみ有効

1FC2$_H$　Zモザイク/量子化取り込み指定(→第14章)
IN/OUT : Z

X方向モザイク

ビット2	ビット1	ビット0	ドット数
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	－

Y方向モザイク

ビット5	ビット4	ビット3	ドット数
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	－
1	1	1	－

量子化指定

ビット7	ビット6	階調
0	0	4ビット階調取り込み(4096色)
0	1	3ビット階調取り込み(512色)
1	0	2ビット階調取り込み(64色)
1	1	1ビット階調取り込み(8色)

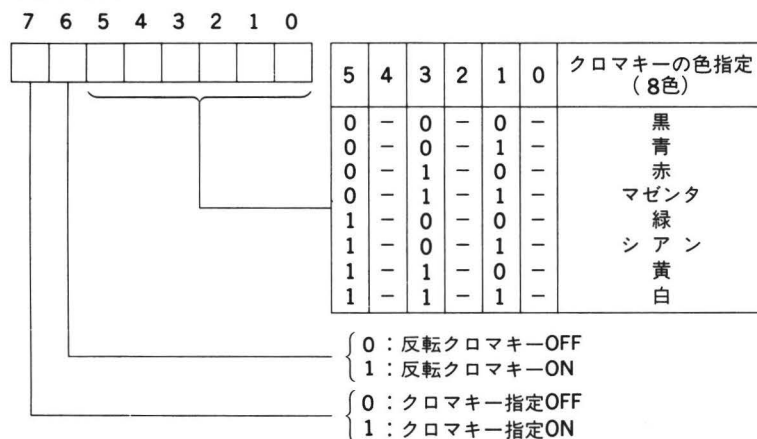
チェックポイント　64色モードを指定してある場合はビット7＝1として扱われる。

1FC3H　Zクロマキー指定（→第14章）
IN/OUT：Z

7 6 5 4 3 2 1 0

5	4	3	2	1	0	クロマキーの色指定（8色）
0	－	0	－	0	－	黒
0	－	0	－	1	－	青
0	－	1	－	0	－	赤
0	－	1	－	1	－	マゼンタ
1	－	0	－	0	－	緑
1	－	0	－	1	－	シアン
1	－	1	－	0	－	黄
1	－	1	－	1	－	白

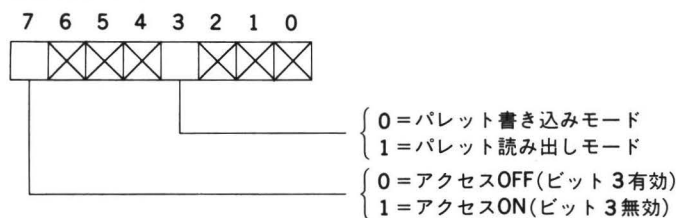
ビット6：
0：反転クロマキーOFF
1：反転クロマキーON

ビット7：
0：クロマキー指定OFF
1：クロマキー指定ON

ビット0，2，4は抜けている。
ビット7＝0のときビット6は無効。
クロマキーとは，映像画面中の指定した色を抜いて，そこにコンピュータ画面をはめ込むものである。

1FC4H　Zスクロール指定（→第14章）
IN/OUT：Z

データ内容	コントロール
ビット0	0＝スクロールインする 1＝スクロールアウトする
ビット1	0＝スクロールイン，アウトを繰り返す(旧モード) 1＝一度出たら，スクロールインしない
ビット2	0＝CRT出力する 1＝CRT出力しない
ビット3	0＝ビット0～2を無効とする 1＝ビット0～2を有効とする
ビット4～ビット7	未使用

チェックポイント　ビット3＝0のときビット0～2は無効。これは，スーパーインポーズと組み合わせて，「一度だけスクロール」を実現するものである。CRTCと8255②も必要。

1FC5H　Z多色モードでのグラフィックパレット制御指定（→第14章）
IN/OUT：Z

チェックポイント　このポートは多色モードでのみ有効。10**H～12**Hと組み合わせて使う。

1FD0H　画面管理（→第1章）
(IN)/OUT：turbo

データ内容	コントロール
ビット0	0＝低解像度モニタ(200ライン) 1＝高解像度モニタ(400ライン)　モニタ切り換え
ビット1	0＝1本ラスタ/ドット 1＝2本ラスタ/ドット
ビット2	0＝ノーマル(8ラスタ/CHAR)(25行，20行) 1＝漢字　(16ラスタ/CHAR)(12行，10行)
ビット3	0＝バンク0表示 1＝バンク1表示
ビット4	0＝バンク0アクセス 1＝バンク1アクセス
ビット5	0＝PCGコンパチアクセス 1＝PCG高速アクセス
ビット6	0＝8ラスタCGアクセス 1＝16ラスタCGアクセス
ビット7	0＝アンダーラインなし 1＝アンダーラインあり

チェックポイント　BASIC起動直後はビット1＝1である。これによりグラフィックを高解像度モニタで200ラインとして扱える(文字の方は400ライン)。turboでは，グラフィックが400ラインモードのときは偶数段目がバンク0，奇数段目がバンク1の内容が表示されている。ビット1が1であるということは，そのとき表示されているバンク(ビット3で指定)の内容のパターンを下の段にも繰り返し表示させるものである。

おそらくこの説明では理解できないだろうから，次のプログラムをサンプルとして示す。

```
10  OPTION SCREEN 0：WIDTH 80,25,0,2
20  GRAPH 0,0,0：CLS 4：SYMBOL(100,30), "バンク0",5,5,1,0,PSET
30  GRAPH 2,2,0：CLS 4：SYMBOL(100,70), "バンク1",5,5,2,0,PSET
40  OUT &H1FD0,&B1100001：A$=INKEY$(1)
50  OUT &H1FD0,&B1100011：A$=INKEY$(1)
60  OUT &H1FD0,&B1101001：A$=INKEY$(1)
70  OUT &H1FD0,&B1101011：A$=INKEY$(1)
```

また，turboではOUTだけだが，ZではINも可能。

ここは結構複雑である。ビット1はサンプルプログラムで理解して欲しい。ビット2はテキストの25（or 20）↔12（or 10）行の指定に使う。CRTCの設定と一緒に操作しなければ表示が乱れる。ビット3，4は簡単だと思われるが念のために言うと，640×400のモードのときビット3はどうでもよい。ビット1が0なら400ラインを表示する。ビット5はPCGのアクセス方式を変えるということで，PCGにアクセスする際には設定が必要である。

ビット6は8×8と8×16の2種類あるCGのどちらを読み込むかの指定である。画面表示には関係しない。ビット7はアンダーラインの指定。ここが1であり，アトリビュート（漢字VRAMのビット5）が1なら，（CRTCの設定も許すなら）アンダーラインが表示される。ちなみにアンダーラインの色はグラフィック1（青）の色に設定されているものが表示される。BASICのマニュアルにもあるように，

KSEN　　1，色

PALET　1，色

は同じ意味を持つ。これはアンダーラインモードを使った後はパレットを再設定すべきであることを示す。また気分が乗れば，PALET 命令の代わりに KSEN 命令を使うのもおつであろう。

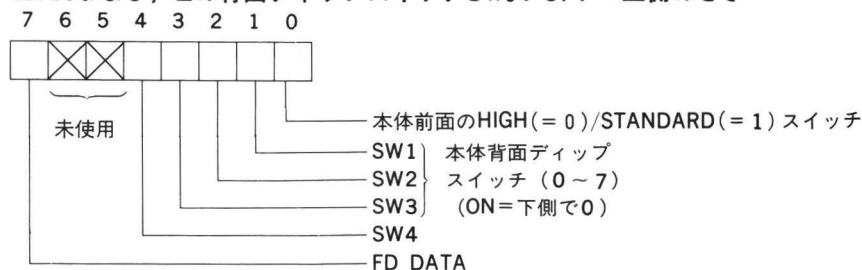
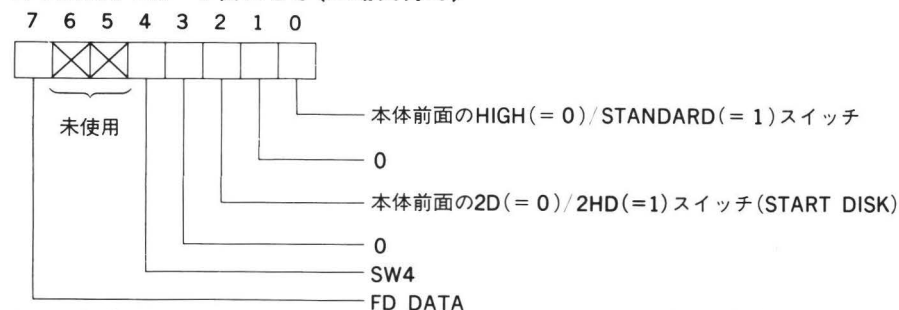
1FE0H　黒色制御
(IN)/OUT : turbo

データ内容	コントロール	
ビット 0	黒変換するテキストの色を指定(0～7)	
ビット 1		
ビット 2		
ビット 3	テキストの黒変換のON/OFF	(1=ON, 0=OFF)
ビット 4	グラフィックの黒(透明)を黒変換	
ビット 5	グラフィックの青を黒変換	
ビット 6	ブランキング期間(枠)を黒変換	
ビット 7	未使用	

チェックポイント　グラフィックを黒変換するためには，パレットが 0 になっていなければならない。また，turbo では OUT だけだが，Z では IN も可能。

黒変換とは早い話がスーパーインポーズ時の黒抜きである。必要のない人には必要ないのだが，欲しい人には盆と正月がいっしょに来たようなものであろう。

1FF0H　スタートポート
IN : turbo / Z

turboおよび，Zの背面ディップスイッチSW5がOFF＝上側のとき

ZでSW5がON＝下側のとき(工場出荷時)

チェックポイント　ビット 1 ～ 3 はBOOT時のディスクを指定する。SW4 は意味を持たない。

No.	SW3	SW2	SW1	セレクト	容　量	記録方式	フォーマット
0	0	0	0	5(3)インチ	320Kバイト	2D　：両面倍密度	
1	0	0	1	5(3)インチ	640Kバイト	2DD ：両面倍密度 倍トラック	
2	0	1	0	5インチ	1Mバイト	2HD ：両面高密度	
3	0	1	1	5インチ	1Mバイト	2HD ：両面高密度	IBM
4	1	0	0	8インチ	1Mバイト	2D256：両面倍密度	
5	1	0	1	8インチ	1Mバイト	2D256：両面倍密度	IBM
6	1	1	0	8インチ	240Kバイト	1S128：片面単密度	IBM
7	1	1	1	ハードディスク	10Mバイト		

これらのスイッチはただ単に付いているだけである。IPLなどのプログラムがここを見て，その設定にしたがった動作をするわけである。早い話が「フラグ」である。

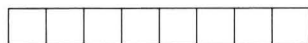
背面ディップスイッチのSW4は無意味なので，ときにはOFF側に倒して気分を変えるのもよいだろう。

表中の2と3，4と5は同じではない。IBMフォーマットではサイド0，トラック0がFM(単密)記録方式になっている。なお，ビット7の「FD DATA」がその筋である。

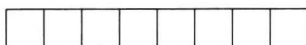
ところで初期のころのturbo（市販版かどうかは定かではない）の中には，SW1～SW4の順が逆になっているものもあるらしい。

ちなみにZの背面ディップスイッチSW6もディスクに関係している。詳しくはZのユーザーズマニュアルを参照。

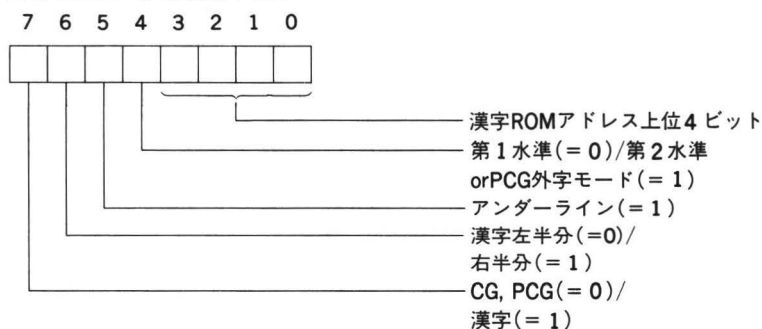
2000H～27FFH　テキストアトリビュート
IN/OUT：X1

アトリビュート内のビットの意味

チェックポイント　当たり前のことだが，アトリビュートの内容が0なら色が黒。だから，なにも見えない。Zでは1FB9Hも参照。

3000H～37FFH　テキストVRAM
IN/OUT：X1/turbo

7 6 5 4 3 2 1 0

キャラクタコード(00H～FFH)

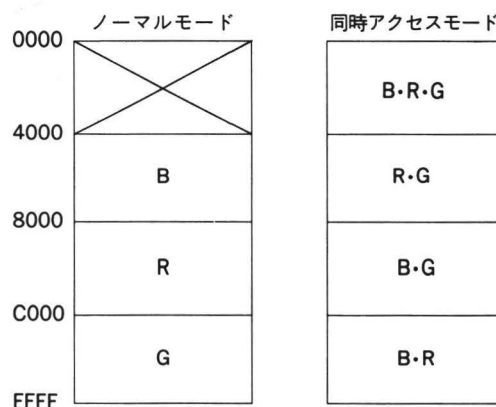
チェックポイント　turboで漢字を表示する場合は，漢字ROMアドレスの下位8ビット。

IN/OUT：turbo

チェックポイント 下の表を見よ。

テキストアトリビュート ビット5＝$\overline{\text{ROM}}$/RAM	漢字VRAM ビット7＝$\overline{\text{CG}}$/漢字	漢字VRAM ビット4＝$\overline{1}$/2水準	表　示
0	0	無関係	CG
0	1	0	漢字(第1水準)
0	1	1	漢字(第2水準)
1	0	0	PCG(ノーマル)
1	0	1	PCG外字①
1	1	無関係	PCG外字②

PCG外字モードというのは，2個のPCGを使って8×16のキャラクタを構成するものである。4個のPCGで外字一つであるからturboでは計64個の外字（8色入り）を使えることになる。外字の出し方には2とおりあることが表からも分かるが，これはBASIC上で，全角（16×16）と半角（8×16）の二つを区別するために作られたものだそうである。

4000H〜FFFFH グラフィックRAM

IN/OUT：X1/turbo

チェックポイント 同時アクセスモードは1A02H，turboでのバンク切り換えは1FD0H。

X1のグラフィックマップは少々複雑であるが，次の式でBLUE上のアドレス（4000_H～$7FFF_H$）が計算できる。

X＝X座標，Y＝Y座標として640×200のとき，

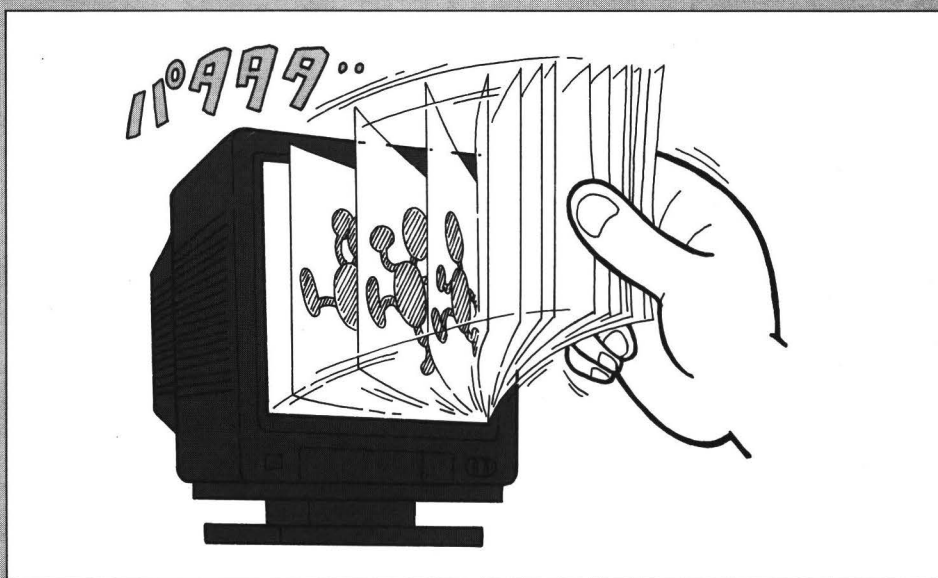
&H4000＋(X¥8)＋((Y AND 7)＊2＾11)＋(Y¥8)＊80

320×200の場合は最後の〝＊80〟を〝＊40〟に変えればよい。ここ以外はシフトで計算できるからマシン語で組むのは簡単である。

X1 turboの400ラインではバンク0とバンク1が1段おきになっていて，鋭く上位コンパチを保っている。400ラインの場合のアドレス計算は，Y AND 1をバンクNo.とし，Y＝Y¥2として，前述の値を計算すればよい。

また，Zでは4096色モード，64色モードが加わっているが，その色は，ページ0，1，2，3の順に薄い色になっている（ページとは，SCREEN，GRAPH命令で指定するやつである）。詳しくは第14章を参照。

第1章

CRTC

CRTCでどすこいである

第1章
CRTCでどすこいである・・・・・・・

この章ではCRTCをまな板に上げるのである。CRTCというのは，CRT Controller，すなわちCRT＝画面表示をコントロールするLSIのことなのである。つまりはキャラクタやらグラフィックやらを，CRTに送って表示する役割をしているのである。

まずは，CRTCがどのようなものかということを目で見るために，**リスト1-1**を実行していただきたい。突如現れる十文字である。しかも微妙なぼかしに，そこはかとない風情を感じるのは私だけではないだろう。このプログラムのネタは単純である。SCREENコマンドを使って画面に表示するページを，ページ0とページ1の間で高速に切り換えているために，二つの画面が重なって見えてしまうのである。ほら，何枚かの紙に少しずつ違う絵を描いて，パラパラとやると動いているように見えるというアニメーションの基本があるが，あれを二つの画面（ページ）でやっているのである。

リスト1-1　ぼかし十文字

```
100 WIDTH 40:INIT
110 GRAPH 0,0:CLS 4
120 PRINT STRING$(40,"-")
130 GRAPH 1,1:CLS 4
140 PRINT STRING$(40,"|")
150 GRAPH 0,0:GRAPH 1,1:GOTO 150
```

で，「BASICでこのようなことができるのであれば，機械語を使えばもっと美しいことになるのではないか」と思う人が少なからずいるであろう。しかし，**世の中はそう甘くない**ということを**リスト1-2**で噛みしめていただきたい。

リスト1-2　ぼかし十文字機械語版

```
100 WIDTH 40:INIT
110 GRAPH 0,0:CLS 4
120 PRINT STRING$(40,"-")
130 GRAPH 1,1:CLS 4
140 PRINT STRING$(40,"|")
150 '
160 CLEAR &HFE00:A=&HFE00
170 READ D$:IF D$="END" THEN 190
180 POKE A,VAL("&H"+D$):A=A+1:GOTO 170
190 CALL &HFE00
200 '
210 DATA 01,01,1A      :'         LD      BC,1A01H;8255
220 DATA D9            :'         EXX
230 DATA 01,00,18      :'         LD      BC,1800H
240 DATA 3E,0C         :'         LD      A,0CH
250 DATA ED,79         :'         OUT     (C),A    ;SET AR
260 DATA 0C            :'         INC     C        ;BC=1801H
266                    :';
270 DATA CD,1B,FE      :'LOOP:    CALL    EDGE
280 DATA AF            :'         XOR     A
```

```
285 DATA ED,79          :'          OUT        (C),A
290 DATA CD,1B,FE       :'          CALL       EDGE
300 DATA 3E,04          :'          LD         A,04H
305 DATA ED,79          :'          OUT        (C),A
310 DATA 18,F1          :'          JR         LOOP
320 'FE1B               :';
330 DATA D9             :'EDGE:     EXX
340 DATA ED,78          :'EDGE1:    IN         A,(C)
350 DATA F2,1C,FE       :'          JP         P,EDGE1
360 DATA ED,78          :'EDGE2:    IN         A,(C)
370 DATA FA,21,FE       :'          JP         M,EDGE2
380 DATA D9             :'          EXX
390 DATA C9             :'          RET
400 DATA END
```

リスト1-2の機械語ルーチンでは，垂直帰線期間のエッジ（立ち下がり）を検出し，ページの切り換えを行なっているのである（第0章の8255②のポートBを参照)。もちろんそんなものを検出せず，機械語まかせに「たたたたた」とページ切り換えをしてもいいわけであるが，そうするともっと美しくないことになる（プログラムを変更できる人はやってみることをお勧めする)。それはともかくリスト1-2では機械語ルーチンの中に入った後は無限ループになっているので，止めるときはリセットスイッチ（NMIの方）を押していただきたい。それで結果であるが，BASICでやったのと似たようなものである。すなわちこの「忍法二重画面」はあくまで「こんなこともできる」というだけなのである。

具体的な解説を行なう。表示画面の切り換えは，CRTCのレジスタの書き換えで行なうのである。すなわち表示開始アドレス（**CRTCにとっての**VRAM上のアドレス）を変えてやるのである。しかし，いきなりそんなことを言われても理解不能であろう。それが普通なのである。よって，まずはCRTCの基本からやってみたいと思うのである。

HD46505-SPなのだ

表1-1を見ていただきたい。これはX1に使われているCRTC，HD46505-SPのレジスタ機能表である（→参考文献3)。このCRTCは18個（R0〜R17）までのレジスタを持ち，これらのレジスタに値を設定してやる（書き込んでやる）ことでいろいろな画面表示を実現するのである。表の右端には，普通の40/80文字モードにおける標準的な設定値を示しておいたので，**図1-1**と併せて見ていただきたい。ただし，これは低解像度(200ライン）の場合だから，X1でならよいのだが，turbo BASIC (CZ-8FB02）で高解像度モード(400ライン）を使っている場合ではちょっと都合が悪いので，その場合はすみやかにCZ-8FB01（もしくはCZ-8CB01）に立ち上げ直していただきたい。

それでは，できるだけ詳しくCRTCの内部レジスタの解説を行なうのである。なお，カッコの中の数字は「設定できる値の範囲」を示している。

AR（0〜17)

まずは隠れレジスタとしてAR(アドレスレジスタ)がある。これは，内部レジスタ(R0〜R17)のうち，どれにアクセスするかを指定するためのものである(第10章のPSGへのアクセスと似ている)。一度設定すれば再設定しない限りARは同じ値を保持している。

表 1-1　CRTC (HD46505-SP) 内部レジスタ機能表

レジスタ番号	内　　容	機　　能	40桁	80桁
R0	水平総文字数(－1)	水平走査の周期を文字数に換算して指定する。	55	111
R1	水平表示文字数	1行に表示する文字数を指定する。	40	80
R2	水平同期位置(－1)	水平同期信号を出力する位置(文字数)を指定する。	45	89
R3	同期パルス幅	下位4ビットは水平同期信号のパルス幅を指定。(文字数に換算) 上位4ビットは垂直同期信号のパルス幅を指定。(水平走査線本数＝ラスタ本数に換算)	52 (34_H)	56 (38_H)
R4	垂直総文字数(－1)	垂直走査の周期を文字数に換算して指定する。	31	31
R5	総ラスタ調整	垂直走査の周期を微調整する。ラスタ数を指定する。	2	2
R6	垂直表示文字数	表示する文字行数を指定する。	25	25
R7	垂直同期位置(－1)	垂直同期信号を出力する位置(文字数)を指定する。	28	28
R8	インタレース，スキュー	ラスタスキャンモード指定，DISPTMG信号，CUDISP信号のスキュー(遅れ)を指定する。	0	0
R9	最大ラスタアドレス	1行を構成するラスタ数(走査線)から1引いた値を指定する。	7	7
(R10) (R11)	カーソルスタートラスタ カーソルエンドラスタ	カーソル形状，表示モードの指定。 X1では使われていない。	－ －	－ －
R12 R13	スタートアドレス上位 スタートアドレス下位	座標(0,0)に対応するテキストVRAMの値を指定する。 ただしVRAMは0000_H～$07FF_H$番地に対応する。	0 0	0 0
(R14) (R15)	カーソルアドレス上位 カーソルアドレス下位	カーソルの表示アドレスを指定する。 X1では使われていない。	－ －	－ －
(R16) (R17)	ライトペン上位 ライトペン下位	ライトペン検出アドレスを記憶する。 X1では使われていない。	－ －	－ －

1800_H番地に 0 ～17 を OUT すれば AR に値を設定できる。その後，1801_Hに OUT すれば R0～R17 に値を設定できるわけだ。

R0 (0 ～255)

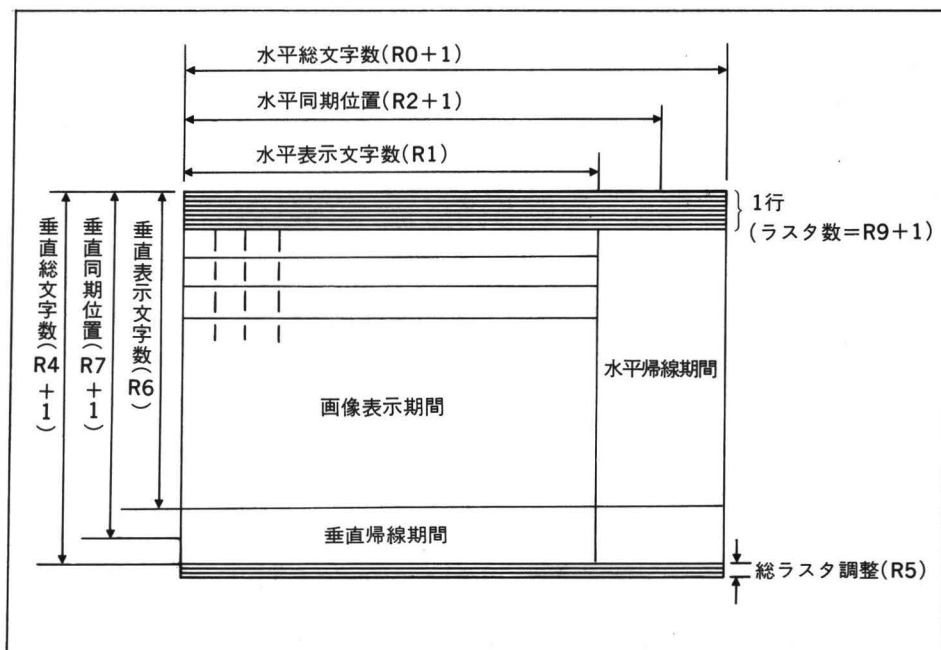
R1 (0 ～255)

R2 (0 ～255)

R0 (水平総文字数) は水平走査周期を文字数に換算したものから－1 したものである。総文字数というのは「実際に表示されている 1 行の文字数」＋「水平帰線時間を文字数に換算した値」のことである。R1 は表示文字数。これが「実際に表示される 1 行の文字数」である。R2 は水平同期位置から－1 したもの (これも文字数に換算する)。

R3 (0 ～255)

この 1 バイトは上位 4 ビットと下位 4 ビットの二つに分かれて意味を持つ。下位 4 ビットは水平同期信号のパルス幅を文字数に換算したもの。X1 では 40 桁で「 4 」，80 桁で「 8 」を使っている。上位 4 ビットは垂直同期パルス幅をラスタ数に換算したものである。同様

図 1-1　CRTC 内部レジスタの意味

に X1 では低解像度モニタ（標準解像度モニタ）に対しては「3」，turbo での高解像度モニタに対しては「8」を指定する。ところでいきなり「ラスタ」という言葉が出てきたが，これは「走査線」のことと思って差し支えない。ほら，200 ラインのディスプレイをよーく見ると 200 本分の横縞が見えるであろう。アレである。

R4（0〜127）

R6（0〜127）

R7（0〜127）

R4 は R0，R6 は R1，R7 は R2 と対応している。すべて文字数に換算して設定する。

R5（0〜31）

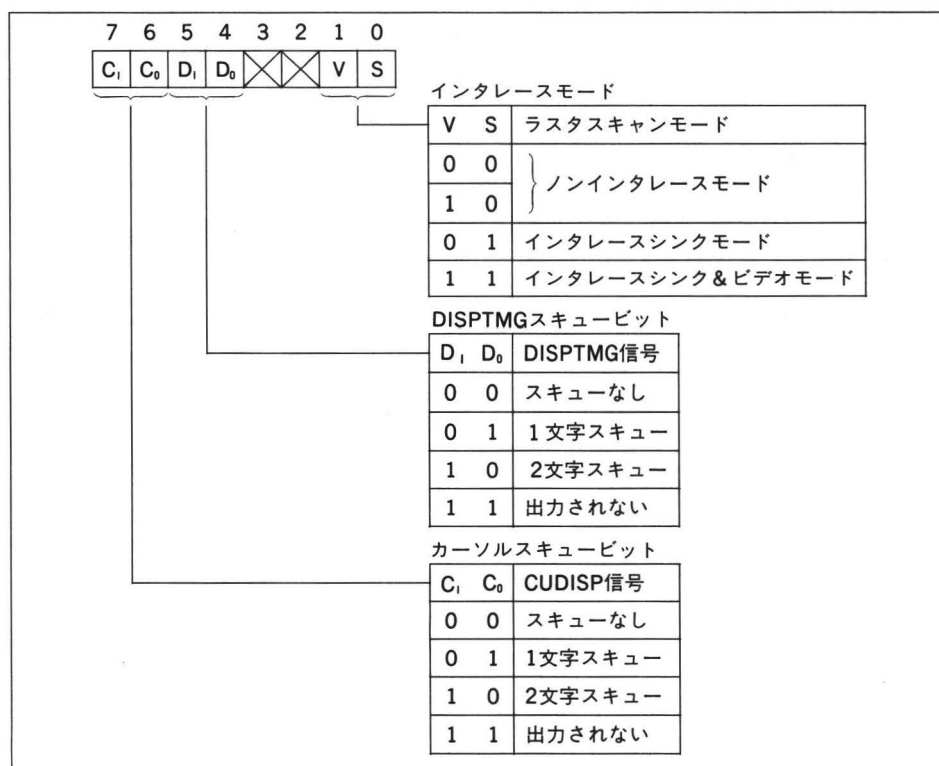
これは垂直方向の帰線周期の微調整である。R4 は文字数だが，R5 はラスタ本数，すなわち走査線の本数で指定する。このレジスタはスーパーインポーズ時のスムーススクロール（BASIC のスクロール命令）と関係している。第 0 章の 8255 ②：$1A02_H$の説明を参照のこと。

R8

表 1-2 から分かるように，ビットごとに別々の意味を持つ。X1 を普通に使う場合には常に 0 でよいが，それ以外の値を設定することも可能である。

インタレースモード（ビット 1，2）

普通はインタレースモードである。ノンインタレースシンクモードにすると画面が微妙に震えて，目を悪くするにはうってつけである。インタレースシンク&ビデオモードにすると，画面は縦にぐしゃっと潰れる（本当は潰れるだけではない）。そして，R5 を調節しな

表 1-2　R8の機能

いと画面が上下にくるくる流れるであろう（垂直同期がずれるのだ）。

DISPTMG 信号（ビット 5，4）

普通はスキューなしのモードが設定されている。スキューを指定した場合は左端の 1 文字，もしくは 2 文字が CRT の右端に行ってしまう。その他の文字は移動しない。「11」で「出力されない」を指定すると，画面には何も現れなくなる。

CUDISP 信号（ビット 7，6）

X1 ではこの信号はオープン（無接続）になっているので，ここをいじっても何も起こらない。同じ CRTC を使っていた PASOPIA7 ではこの機能を使ってカーソルを出していた。

R9（0～31）

最大ラスタアドレスというのは，「1 文字を何ラスタで表示するか」なのだ。R9 にはその数－1 を設定する。X1 では文字は 8 ラスタで表示されるから 7 を指定する。turbo では 7 か 15，そしてアンダーラインモードのときは，アンダーラインの分も入れるので，9 か 19 となる。

R10（0～127），R11（0～31）

X1 では一切使っていない。カーソルの形状，モードの指定に使われる。

R12（0～63）

R13（0～255）

二つのレジスタを合わせた14ビットで表示開始アドレス（左上端に表示するキャラクタのテキストVRAMのアドレス）を指定する。X1では2048バイトのRAM（キャラクタ表示用）しか持っていない。これは2進数では&B00000000000～&B11111111111(11桁)であるからX1ではR12は下位3ビットだけに意味がある。最初に例を挙げたリスト1-1の画面切り換えは，R12，R13をいじっている。

R14(0～654)，R15（0～255)

カーソルを表示するアドレスを指定する。X1では使われていない。

R16(0～64)，R17（0～255)

ライトペンの位置を読み取るためのレジスタである。X1では使われていない。

ここで全体的なCRTCの解説の補足をしておく。

1) HD46505-SPの仕様では，R0～R11が書き込み可能，R12～R15が書き込み/読み込みの両方が可能，R16，R17が読み込みだけ可能となっている。ところがX1では読み込みは一切できない。

2) CRTCの説明では「文字」で機能を説明した。グラフィックは，「同じ位置に表示される文字」と同様な扱いを受ける。つまり，スタートアドレスを変えたならば，グラフィックも同様に表示が移動する。たとえば，テキストの3000_H番地と，G-RAMの4000_H，4800_H，5000_H，5800_H，6000_H，6800_H，7000_H，7800_Hの8バイトは，CRTCをいかに設定しようとも重なり合って表示される。

以上である。ここらで気分転換に**リスト1-3**を打ち込んで遊んでいただきたい。このプログラムはR12，R13をいじってグラフィックを上下左右に8ドット単位でスクロールさせるものである。VRAMには触らずに，CRT上での表示位置（表示開始アドレス）を動かすことによってスクロールを実現している。念のために注意しておくが，これは「見て面白い」のであって，あまり実用にはならない。また，時々ちらつきが出るが，それは垂直帰線期間の間(つまり画面に何も表示されていない間)を考慮し，R12，R13を設定しているからである。その気のある人はリスト1-2を参考にして正しく機械語で組んでみていただきたい。

リスト1-3　ハードウェアスクロールもどき

```
100 INIT:WIDTH 80:CLS 4:WIDTH 40
110 GRAPH 0,0
120 FOR J=1 TO 7:CIRCLE (280,160),J*5,J:NEXT
130 Y= 0:FOR X= 0 TO 30          :GOSUB "START":NEXT
140 X=30:FOR Y= 0 TO 15          :GOSUB "START":NEXT
150 Y=15:FOR X=30 TO  0 STEP -1:GOSUB "START":NEXT
160 X= 0:FOR Y=15 TO  0 STEP -1:GOSUB "START":NEXT
170 GOTO 130
180 '
190 LABEL "START"
200 A=X+Y*40:A1=A ¥ 256:A2=A MOD 256
210 'GRAPH 0,0
220 OUT &H1800,12:OUT &H1801,A1
230 OUT &H1800,13:OUT &H1801,A2
240 RETURN
```

さらにCRTCを究める

リスト 1-4， 1-5 は画面モードのサンプルである。

リスト 1-4　X1 **用画面サンプル**

```
100 INIT:CIRCLE(200,100),90
110 RESTORE "4025L"
120 FOR Z=1TO 8:GOSUB"MAIN":BEEP:WHILE(INKEY$(0)=""):WEND
130 NEXT:END
140 '
150 LABEL"FOO":WIDTH80:RESTORE"8025L":GOSUB"MAIN":BEEP
160 INPUT A$:ON ERROR GOTO 190:RESTORE A$:ON ERROR GOTO 0
170 GOSUB"MAIN":END
180 'ERROR TRAP
190 PRINT "ILLIGAL LABEL":BEEP:END
200 '
210 LABEL "BAR":WIDTH 80:RESTORE "8025L"
220 GOSUB"MAIN"END
230 '
240 LABEL"MAIN"
250 GOSUB"SETCRTC":GOSUB"80/40"
260 RETURN
270 '
280 LABEL"SETCRTC"
290 FORI=0TO13
300 READ D$:D=VAL("&H"+D$)
310 OUT&H1800,I:'SET CRTC REG. No.
320 OUT&H1801,D:'SET DATA
330 NEXT:RETURN
340 '
350 LABEL"80/40"
360 READ D$:D=VAL("&H"+D$)
370 OUT&H1A03,D
380 RETURN
390 '
400 LABEL"4025L":DATA 37,28,2D,34,1F,02,19,1C,00,07,00,00,00,00,0D:'40,25
410 LABEL"4020L":DATA 37,28,2D,34,18,08,14,16,00,09,00,00,00,00,0D:'40,20
420 LABEL"4012L":DATA 37,28,2D,34,0F,02,0C,0E,00,0F,00,00,00,00,0D:'40,12
430 LABEL"4010L":DATA 37,28,2D,34,0B,12,0A,0B,00,13,00,00,00,00,0D:'40,10
440 '
450 LABEL"8025L":DATA 6F,50,59,38,1F,02,19,1C,00,07,00,00,00,00,0C:'80,25
460 LABEL"8020L":DATA 6F,50,59,38,18,08,14,16,00,09,00,00,00,00,0C:'80,20
470 LABEL"8012L":DATA 6F,50,59,38,0F,02,0C,0E,00,0F,00,00,00,00,0C:'80,12
480 LABEL"8010L":DATA 6F,50,59,38,0B,12,0A,0B,00,13,00,00,00,00,0C:'80,10
490 '
500 LABEL"Q8006L":DATA 6F,50,59,38,07,02,06,07,00,1F,00,00,00,00,0C:'80,06
510 LABEL"Q8005L":DATA 6F,50,59,38,06,02,05,05,00,27,00,00,00,00,0C:'80,05
520 LABEL"Q8005D":DATA 6F,50,59,38,06,04,05,05,00,2F,00,00,00,00,0C:'80,05
530 LABEL"Q8003L":DATA 6F,50,59,38,03,02,03,03,00,3F,00,00,00,00,0C:'80,03
```

リスト 1-5　X1 turbo **用画面サンプル**

```
100 INIT:CIRCLE(200,100),90
110 RESTORE "4025L"
120 FOR Z=1TO18:GOSUB"MAIN":BEEP:WHILE(INKEY$(0)=""):WEND
130 NEXT:END
140 '
150 LABEL"FOO":WIDTH80:RESTORE"8025H":GOSUB"MAIN":BEEP
160 INPUT A$:ON ERROR GOTO 190:RESTORE A$:ON ERROR GOTO 0
170 GOSUB"MAIN":END
180 'ERROR TRAP
190 PRINT "ILLIGAL LABEL":BEEP:END
200 '
210 LABEL "BAR":WIDTH 80:RESTORE "8025H"
220 GOSUB"MAIN"END
230 '
240 LABEL"MAIN"
250 GOSUB"SETCRTC":GOSUB"80/40":GOSUB"1FD*"
260 RETURN
270 '
280 LABEL"SETCRTC"
290 FORI=0TO13
300 READ D$:D=VAL("&H"+D$)
```

```
310 OUT&H1800,I:'SET CRTC REG. No.
320 OUT&H1801,D:'SET DATA
330 NEXT:RETURN
340 '
350 LABEL"80/40"
360 READ D$:D=VAL("&H"+D$)
370 OUT&H1A03,D
380 RETURN
390 '
400 LABEL"1FD*"
410 READ D$:D=VAL("&H"+D$)
420 OUT &H1FD0,D
430 RETURN
440 '
450 LABEL"4025L":DATA 37,28,2D,34,1F,02,19,1C,00,07,00,00,00,00,0D,00:'40,25
460 LABEL"4020L":DATA 37,28,2D,34,18,08,14,16,00,09,00,00,00,00,0D,80:'40,20
470 LABEL"4012L":DATA 37,28,2D,34,0F,02,0C,0E,00,0F,00,00,00,00,0D,04:'40,12
480 LABEL"4010L":DATA 37,28,2D,34,0B,12,0A,0B,00,13,00,00,00,00,0D,84:'40,10
490 '
500 LABEL"8025L":DATA 6F,50,59,38,1F,02,19,1C,00,07,00,00,00,00,0C,00:'80,25
510 LABEL"8020L":DATA 6F,50,59,38,18,08,14,16,00,09,00,00,00,00,0C,80:'80,20
520 LABEL"8012L":DATA 6F,50,59,38,0F,02,0C,0E,00,0F,00,00,00,00,0C,04:'80,12
530 LABEL"8010L":DATA 6F,50,59,38,0B,12,0A,0B,00,13,00,00,00,00,0C,84:'80,10
540 '
550 LABEL"4025H":DATA 35,28,2D,84,1B,00,19,1A,00,0F,00,00,00,00,0D,03:'40,25
560 LABEL"4025M":DATA 35,28,2D,84,1B,00,19,1A,00,0F,00,00,00,00,0D,01:'40,25
570 LABEL"4020H":DATA 35,28,2D,84,15,08,14,15,00,13,00,00,00,00,0D,81:'40,20
580 LABEL"4012H":DATA 35,28,2D,84,0D,00,0C,0D,00,1F,00,00,00,00,0D,07:'40,12
590 LABEL"4010M":DATA 35,28,2D,84,0D,00,0C,0D,00,1F,00,00,00,00,0D,05:'40,10
600 '
610 LABEL"8025H":DATA 6B,50,59,88,1B,00,19,1A,00,0F,00,00,00,00,0C,03:'80,06
620 LABEL"8025M":DATA 6B,50,59,88,1B,00,19,1A,00,0F,00,00,00,00,0C,01:'80,06
630 LABEL"8020H":DATA 6B,50,59,88,15,08,14,15,00,13,00,00,00,00,0C,81:'80,05
640 LABEL"8012H":DATA 6B,50,59,88,0D,00,0C,0D,00,1F,00,00,00,00,0C,07:'80,05
650 LABEL"8012M":DATA 6B,50,59,88,0D,00,0C,0D,00,1F,00,00,00,00,0C,05:'80,03
```

まずリスト 1-4 から解説しよう。これは X1 用であるが，当然のことに CZ-8FB01 を使って 200 ラインモードの画面であれば turbo でも使える。RUN させたなら，何かキーを押すたびに 8 とおりの画面モードが出現する。終わったなら，

　”BAR ↵

と打ち込むと正常な画面になる。ただし，打ち込み間違いがあると表示がめちゃくちゃになるので，RUN させる前にセーブしておくべきである。

このプログラムの中心は 400〜480 行のデータ文である。サブルーチン〝MAIN〟は 14 個のデータを CRTC の内部レジスタ R0〜R13 までに設定する。最後の $0D_H$ もしくは $0C_H$ は 8255 に OUT されるデータである。これはビットセット/リセットモードを使っている。I/O の $1A02_H$ 番地のビット 6 を操作しているのだ。第 0 章の I/O マップを参照していただきたい。

X1 における正常な 40 桁，80 桁の画面はそれぞれ〝4025L〟と〝8025L〟に対応している。だから，それ以外のモードのときは実に楽しくシュールである。

これ以外の使い方としては，「”FOO ↵」と打ち込むと，画面に「？」が出て入力モードになるはずである。このときラベル名を入れるとそのラベルの直後にあるデータを使って画面モードを設定することができる（たとえば？Q8006L ↵）。このときは 500 行以降のデータも使えることになる。シュールさを味わって欲しい。ただし R5 の値が微妙であるから，場合によっては垂直同期などがずれて，表示が流れる可能性がある。いろいろ試してみるのも面白いかもしれない。

次に turbo 用のリスト 1-5 である。こちらの方は，1 行中のデータが一つ増えている。

これは1FD0$_H$（画面管理ポート）への出力データである。問題になるのはビット0〜2と7である。**表1-3**を見て納得していただきたい。

以上が基礎編である。

表1-3　画面モードと画面管理ポート（1FD0$_H$）

	低解像モード				高解像モード				
テキスト	25行	12行	20行	10行	25行	25行	12行	12行	20行
グラフィック	200ライン	192ライン	なし	なし	200ライン	400ライン	192ライン	384ライン	なし
ビット0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
ビット1	0	0	–	–	1	0	1	0	–
ビット2	0	1	0	1	0	0	0	1	0
ビット7	0	0	1	1	0	0	0	0	1

もっと表示するのである

X1で表示できる文字数は，最大で80×25の2000文字であると一般に信じられている。しかし，その認識は甘いのである。次のプログラム，**リスト1-6**は81×25，82×25の画面モードを作ってしまうのだ。それぞれの場合について，よーく文字数を数えてみていただきたい。最後の1行は途中までしか表示していないが，これはBASIC上でやっているので，勝手にスクロールさせないためなのだ。アドレスを計算してPOKE@やOUT文を使えばきっちり表示する（その場合はアトリビュートの設定も忘れずに）。

リスト1-6　WIDTH 81

```
100 KEY 2,"WI.80"+CHR$(13)
110 L=81:' OR L=82
120 INIT:WIDTH 80:CLS 4
130 OUT &H1800,1:OUT &H1801,L
140 FOR I=1 TO 24:PRINT STRING$(L,CHR$(64+I));:NEXT
150 PRINT STRING$(80-(L-80)*25-1,CHR$(64+25));
160 GOTO 160
```

［F2］には〝WI. 80〃を定義してあるから，まともな画面に戻すときに使って欲しい。ただしturboの場合は，CZ-8FB01を使うこと。それから，CRTの調節の具合によっては，右端が画面からはみ出してしまうことがあるかもしれない。そのようなときは素直に納得していただきたい。

実行してみると分かるが，L＝82で1行82文字にしたとき，右下に「！」が2個表示される。これはなぜかというと，82×25＝&H802＝&H800＋2だからなのである。すなわち，CRTCは2050個の文字を表示しようとして，ともかくも2048個目まではどーっと表示するのである。ところがどっこい，テキストVRAMはそこで終わりなので，CRTCは仕方なくテキストVRAMの先頭に戻って2文字分をもう一度表示し，その場をつくろうのである。そう，CRTCは**どんな挑戦でも受けている**のである。

全画面である

最後にビデオマニアのために全画面ワイプ用のプログラムを**リスト 1-7** に示しておく。これは turboZ のオーバースキャンみたいなものと考えて差し支えないであろう。しつこいようだがturbo BASICでは動かないので，CZ-8FB01を使っていただきたい。

リスト 1-7　全画面ワイプ

```
100 GOSUB"BAR":' INITIALIZE
110 GOSUB"PCGDEF":' PCG DEFINITION
120 WIDTH80:CLS4:INIT
130 RESTORE"ALLWP":GOSUB"MAIN":' SET CRTC
140 CGEN1:COLOR7:'WIPE COLOR = 7 (WHITE)
150 FOR I=0 TO 8:CLS,I:PAUSE1:NEXT
160 FORI=8TO0STEP-1:CLS,I:PAUSE1:NEXT
170 IF INKEY$(0)="" THEN 150
180 GOSUB"BAR":END:' CRT=NORMAL AND END
190 '
200 LABEL"BAR":INIT:CLS,32:WIDTH40:RESTORE"4025L"
210 GOSUB"MAIN":RETURN
220 '
230 LABEL"MAIN"
240 GOSUB"SETCRTC":GOSUB"80/40"
250 RETURN
260 '
270 LABEL"SETCRTC"
280 FOR I=0TO13
290   READ D$:D=VAL("&H"+D$)
300   OUT &H1800,I:'SET CRTC REG. No.
310   OUT &H1801,D:'SET DATA
320 NEXT:RETURN
330 '
340 LABEL"80/40"
350 READ D$:D=VAL("&H"+D$)
360 OUT &H1A03,D
370 RETURN
380 '
390 LABEL"ALLWP":DATA 37,2E,30,34,1F,02,1C,1E,00,07,00,00,00,00,0D:'46,28
400 LABEL"4025L":DATA 37,28,2D,34,1F,02,19,1C,00,07,00,00,00,00,0D:'40,25
410 '
420 LABEL"PCGDEF"
430 M=&HFF
440 FOR I=0 TO 8
450   P$=STRING$(I,&H0)+STRING$(8-I,M)
460   DEFCHR$(I)=P$+P$+P$
470   M=INT(M/2)
480 NEXT:RETURN
```

プログラムの最初のイニシャライズでCRTCを正常にしているのは，PCG定義をするためである。PCGを定義するためには，CRTCが正しく普通のモードになっている必要があるのだ。詳しくは第2章のPCGを参照していただきたい。さて，プログラム中に

CLS, I

という命令が出てくるが，これはCZ-8FB01の隠れ命令で，Iの値をASCIIコードとするキャラクタをスペースとみなして画面をクリアするのである。一度この命令が実行されると，そのキャラクタが論理上のスペースとみなされるので，普通の女の子に戻ってまともなCLSをしたいときは，

CLS, 32

を実行する必要がある。これはturbo BASICでは削られている機能である。

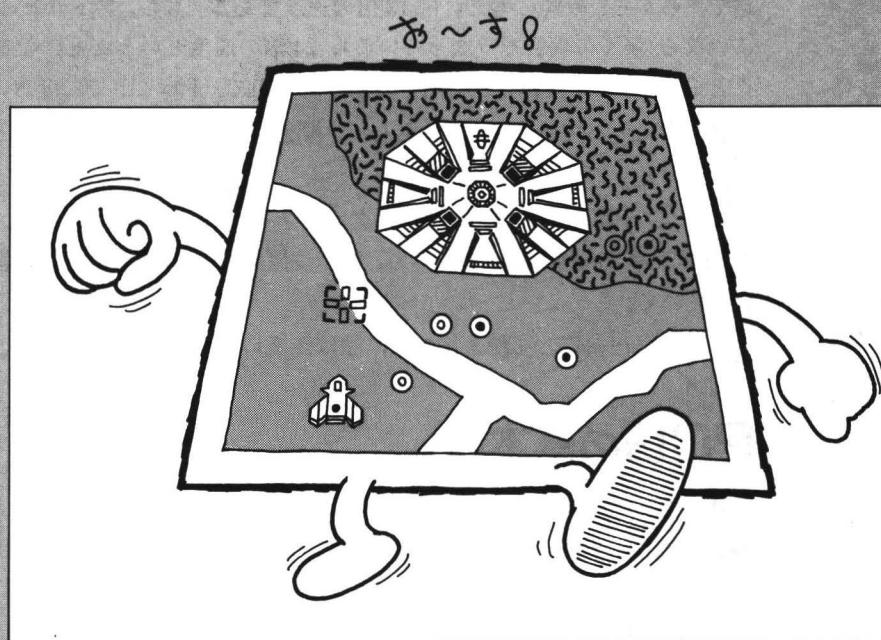
このプログラムを実行すると，やがて画面は46字×28行モードになる。しかしBASICは80×25のモードのつもりで動いている。これによって「CLS，I」を実行すると，46文

字×28行をすべてキャラクタ＝CHR$(I)で埋めてくれる。プログラムはキーが押されるまでワイプを繰り返す。何かキーが押されたなら，画面を正常にして終了する。打ち込み間違いをすると画面がぐちゃぐちゃになるので注意すること。なお，このプログラムはスーパーインポーズ用である。スーパーインポーズでないときは画面の下の方に少し隙間ができているが，スーパーインポーズにすると，びょーんと伸びてくるのだ。これぞまさしく**東洋の神秘**と言わざるを得まい。

この章のサンプルプログラムでは充分に示せたかどうか分からないが，CRTCという石はかなり面白い。たとえば画面を20×25にして4面に分けて使うとかができる。しかし，実際に実用に値する裏技はあまりなく，私が考えついたのはリスト1-7の全画面ワイプぐらいなのである。これは，裏技は所詮裏技にすぎないということなのであろうか？

しかしX1のCRTCはいじろうと思えばいじれるのである。そーなればとことんいじり回すのがその筋のその筋たるゆえんなのである。

第2章

PCG

PCGは二度おいしいのである

■第2章

PCGは二度おいしいのである・・・

この章ではPCGをやるのである。念のために言っておくと，PCGとはProgrammable Character Generatorの意味である。ここで言うProgrammableとは「書き換えられるよーん」ということ。そしてCharacter Generatorとはそのままだと，「文字生成機」ということになる。文字生成機とは実に面妖であるが，つまりは「このASCIIコードの文字は，こーゆーパターンになっているのだ」ということを決めるものなのだ。Programmableでない場合は，そのパターン（FONT：フォント）はROMになっているわけである。そのような背景があるので，PCGは場合によっては，RAM CGなどと呼ばれることもあるのである。それの反対はROM CGである。

さて，周知のよーにX1やMZ-2500ではこのPCGがとてもパワフルなので，XEVIOUSやグラディウスなどがバシバシと動くのであった。PCGの利点は，(アトリビュートも入れるとすると）2バイトのデータを転送するだけで，8ドット×8ドット×8色のパターンを移動させることができる，ということにある。グラフィックでやるなら，24バイトの転送であるから，単純に考えれば12倍の速度である。もし，アトリビュートを移動しなくてよいなら(多くの場合そうなっている)，24倍の速度ということになる。しかもグラフィックとPCGの重ね合わせが自由だったりするので，1バイトで二度おいしいのである。ゲーム製作者にとっては，これはまさしく，**棚からPCG**，もしくは，鴨がPCGを背負ってきた，と言えよう。

しかし，PCGといえども完全にグラフィックと置き換えられるわけではない。すなわち，PCGは256個しか使えないし，表示位置も8ドット単位でしか指定することができないのである。

以上のよーなことを踏まえつつ，話は佳境に入ってゆくのであった。

PCGの基本技

BASIC上でPCGを使うには，まずはPCGを定義しなければならない。その後でモードを切り換えて表示するのである。すなわち，CZ-8FB01，8CB01では，

```
10 INIT：CLS
20 DEFCHR$(77)＝24バイトの文字列
30 CGEN 1
40 PRINT CHR$(77)
```

である。当たり前であった。

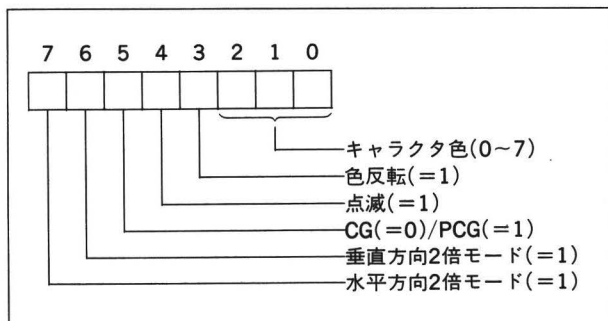
これを機械語的にやると，30～40行は大体，

```
30 OUT &H2800，&H27
```

40　OUT　&H3000, 77

となる。やっていることは完全に同じではない点を注意していただきたい。

さて，30行のOUT文はアトリビュートの設定である。アトリビュートの意味は第0章にも載せたが，ここでも**図2-1**に示しておく。これにより，&H27とは色が7であり，かつPCGであるということが判明するであろう。40行の77は単なるASCIIコードなわけだ。

図2-1　アトリビュート内のビットの意味

アトリビュートを他のものにすれば，それぞれ横2倍，縦2倍，反転などなどになる。カラーを7以外にすると，PCGの色が変化する。たとえば**リスト2-1**のようにASCIIコード77のPCGに，

青はA，赤はB，緑はC

と定義しておいて，色を0～7まで変化させて表示すると，それなりのパターンが表示される。試していただきたい。

リスト2-1　PCGとアトリビュートのカラー

```
100 WIDTH 40
110 A$=""
120 FOR I=&H41 TO &H43
130   A$=A$+LEFT$(CGPAT$(I),8)
140 NEXT
150 DEFCHR$(77)=A$
160 FOR I=0 TO 7
170   OUT &H3000+I,77
180   OUT &H2000+I,&H20+I
190 NEXT
200 LOCATE 0,5
```

PCGの定義

BASICでは，PCGの定義にはDEFCHR$文を使うわけである。turboでは問題はないのだが，X1ではDEFCHR$は異常に遅い命令として津々浦々に知れ渡っている。以下に，なにゆえにそのよーに遅いのかを示しつつ，超高速PCG定義などへと到達する予定である。

まずは手っ取り早く，機械語でPCGを定義するプログラムを**リスト2-2**に示す。**リスト**

2-3 は例によって，BASICからの使用方法である。リスト2-2，2-3は極めて基本技であるから，あくまでも学習用ということを心得ておいていただきたい。

リスト2-2を説明するに先立って，PCG定義の原理を説明しておこう。

第1章でも示したように，X1の画面表示はCRTC（CRTコントローラ）が取り仕切っているのである。ここでちょっと脇道にそれて，CRTCがどーやって文字を表示しているのかを，てきとーに考えてみるのである。CRTCはまず画面の左上から，横に走査線1本分(ラスタという)を表示するのである。CRTCは書き始めるに先立って，VRAMを見るのである（ここらへんは，極めていい加減な表現だから注意)。まずは左上のLOCATE 0，0の位置だから，I/O空間の3000_H番地にあるVRAMのASCIIコードを見るわけだ。ここでは「A」つまりCHR$(&H41)がVRAMに書いてあるとしよう。するとCRTCは**「おっ！　41_Hだな。それでは，キャラクタジェネレータの41_Hに対応するところからパターンを持ってきて表示しましょう」**とつぶやくのである。ただし，「A」という文字は8×8ドットだから「上から何段目」ということも指定しなければならない。CRTCはそこんとこもちゃんと心得ていて，「ASCIIコード41_Hの0段目のパターン」というように指定してくるのである。この8ドットを表示した後は「VRAMの3001_H番地に書かれているASCIIコードの文字の0段目のパターン」，……と続くのである。そして，右上の端まで行ったら，同じASCIIコードに対して段数を増加して2本目を左端から表示するのである。

注目して欲しいのは，これらの途中で，「CRTCがCGのパターン（データ）にアクセスしている」ということである。つまり，

CRTCはパターンが格納されているROMやRAMにアクセスしている

のである。そこでPCGが，あるVRAMにアクセスしているとき，そのVRAMに定義の対象になるASCIIコードを用意しておくと，CRTCは律儀にそのASCIIコードに対応するCG ROM（またはRAM）にアクセスする。そのタイミングをねらって，**別の回路からデータを送ってやり，パターンを書き込んでしまう**のである。これがX1におけるPCG定義の仕組みである。

以上が原理なのだが，よーく考えてみると落とし穴があるのだ。どこにあるかというと，PCGがCRTCにアクセスされてデータが読み出されている最中に，横からシャシャリ出てきて，そのPCGに読み書き動作をするなど許されないということなのだ。普通のメモリに対して「読むことと書くことを同時に行なう」のは許されないのである（現在はデュアルポートRAMといって，それができるRAMもあるが)。

では，本当のところはどーやっているのかというと，

CRTCが「表示されないVRAM」にアクセスしているときだけ，他の回路からのデータR/Wを許している

のである。

そのココロは，VRAMは3000_H～$37FF_H$＝2048バイトあるのに，画面表示に使われてるVRAMは，普通は，最大で80×25＝2000バイトで，48バイトが宙に浮いているということなのである。CRTCがそのVRAMに空しいアクセスをしているスキをねらって，デー

タの読み書きを行なうのである。その「表示はされないが，CRTCからアクセスされるVRAM」というのは，

1) WIDTH　40：SCREEN，0の場合
　I/Oの$33E8_H$～$33FF_H$までの24バイト

2) WIDTH　40：SCREEN，1の場合
　I/Oの$37E8_H$～$37FF_H$までの24バイト

3) WIDTH　80の場合
　I/Oの$37D0_H$～$37FF_H$までの48バイト

の三つの場合がある。実際はそれぞれに対応するアトリビュート(turboの場合は，さらに漢字VRAMも）セットしておく必要がある。

そこでやっとリスト2-2，2-3の説明に入るのであった。

リスト2-2　機械語によるPCG定義

```
                                        .Z80
                                        .PHASE   0E000H
                                ;
  E000     EB                           EX       DE,HL
  E001     46                           LD       B,(HL)    ;HI
  E002     23                           INC      HL
  E003     4E                           LD       C,(HL)    ;LOW
  E004     23                           INC      HL
  E005     ED 43 E078                   LD       (BCWORK),BC
  E009     56                           LD       D,(HL)    ;COUNT
  E00A     23                           INC      HL
  E00B     5E                           LD       E,(HL)    ;ASCII CODE
  E00C     23                           INC      HL
  E00D     CD E018                      CALL     SET0
                                ;
  E010     46                           LD       B,(HL)
  E011     23                           INC      HL        ;HL POINTS PCG DATA
  E012     0E 00                        LD       C,00H     ;BC=1500H,1600H or 1700H
  E014     CD E052                      CALL     SETPCG
  E017     C9                           RET
                                ;
  E018     E5                   SET0:   PUSH     HL        ;SAVE POINTER
  E019     D5                           PUSH     DE        ;SAVE COUNT and ASCII CO
DE
  E01A     01 1FD0                      LD       BC,1FD0H          ;FOR turbo
  E01D     AF                           XOR      A
  E01E     ED 79                        OUT      (C),A
                                ;
  E020     ED 4B E078                   LD       BC,(BCWORK)
  E024     21 3800                      LD       HL,3800H          ;KANJI VRAM(turb
o)
  E027     3E 00                        LD       A,00H
  E029     CD E048                      CALL     SET1
                                ;
  E02C     ED 4B E078                   LD       BC,(BCWORK)
  E030     21 2800                      LD       HL,2800H          ;ATTRIBUTE
  E033     D1                           POP      DE
  E034     D5                           PUSH     DE
  E035     3E 20                        LD       A,20H             ;PCG,COLOR=0
  E037     CD E048                      CALL     SET1
                                ;
  E03A     ED 4B E078                   LD       BC,(BCWORK)
  E03E     21 3000                      LD       HL,3000H          ;VRAM
  E041     D1                           POP      DE
  E042     7B                           LD       A,E               ;ASCII CODE
  E043     CD E048                      CALL     SET1
                                ;
  E046     E1                           POP      HL
  E047     C9                           RET
                                ;
  E048     09                   SET1:   ADD      HL,BC
  E049     44                           LD       B,H
  E04A     4D                           LD       C,L       ;BC=HL+BC
  E04B     ED 79                SET2:   OUT      (C),A
```

```
E04D    03                      INC     BC      ;INC ADDRESS
E04E    15                      DEC     D       ;DEC COUNTER
E04F    20 FA                   JR      NZ,SET2
E051    C9                      RET
                        ;
E052    1E 08           SETPCG: LD      E,08H   ;COUNTER
E054    D9                      EXX
                        ;
E055    F3                      DI
E056    01 1A01                 LD      BC,1A01H
E059    ED 78           VDISP0: IN      A,(C)
E05B    F2 E059                 JP      P,VDISP0
E05E    ED 78           VDISP1: IN      A,(C)
E060    FA E05E                 JP      M,VDISP1
                        ;
E063    D9                      EXX
E064    7E              SETP:   LD      A,(HL)  ;7,GET DATA
E065    ED 79                   OUT     (C),A   ;12,SET 1 BYTE
E067    23                      INC     HL      ;6,INC POINTER
E068    03                      INC     BC      ;6,INC I/O ADDRESS
                        ;7+12+6+6=31
                        ;
E069    00                      NOP             ;4
E06A    23                      INC     HL      ;6
E06B    2B                      DEC     HL      ;6,DUMMY
                        ;4+6+6=16
                        ;
E06C    3E 0D                   LD      A,0DH   ;7
E06E    3D              DLY:    DEC     A       ;4
E06F    C2 E06E                 JP      NZ,DLY  ;10
E072    1D                      DEC     E       ;4
E073    C2 E064                 JP      NZ,SETP ;10
                        ;7+(4+10)*13+4+10=203
                        ;
                        ;31+16+203=250
E076    FB                      EI
E077    C9                      RET
                        ;
E078                    BCWORK: DS      2
                                END
```

リスト2-2で最初にやっているのは，パラメータの受け取りである。例によってDEレジスタを利用している。まずはDEレジスタの内容をHLレジスタに移して，BCレジスタに格納している。これは先程説明した「表示されないVRAM」の先頭アドレス(相対値）である。念のために書くが，なぜいちいち受け取っているかというと，そのアドレスは画面モードによって違ってくるからである。その次にDレジスタに格納している「COUNT」も画面モードによって変わるのは同じことである。

次に肝心のASCIIコードである。これは以上のパラメータを持ってSET0をコールしている。SET0では（$1FD0_H$）← 00_Hとしているが，これはturbo用である。turboではここが画面管理を行なっており，X1と同じ動作をさせるためには，00_HをOUTしておく必要がある。ただしこれは念のためであって，X1モードで起動しておけば，IPLが自動的に00_Hをセットしておいてくれるから深く悩む必要はない。それは次の漢字VRAMでも同じで，3800_H＋BCレジスタから，Dレジスタ分00_Hをセットしている。もしturboでなかった場合は，これは3000_H＋BCレジスタ番地からのVRAMにセットされることになるが，その場合は直後にまたVRAMへASCIIコードをセットするので，ただ単にムダになるだけであって，画面が乱れるなどの悪影響はないので安心するよーに。それからアトリビュートも忘れてはいけない。こいつは20_Hをセットしているから，つまりはノーマルのPCGで，色は0（つまり透明）である。ここは第5ビットが立っていれば何でもよいので，**気分によっては**FF_Hなどにしてもよいだろう。

SET0はこれぐらいで，次は御本尊のSETPCGである。まずE010$_H$で，あらかじめBレジスタにパラメータを渡している点に注意。この時点でBレジスタには，15$_H$，16$_H$，17$_H$のうちどれかが入り，それによって青，赤，緑のうちどれがセットされるかが決まるのだ。**図2-2**を見て納得していただきたい。

図2-2　CG，漢字ROM，PCGアクセス用I/Oポート

X1，X1 turboコンパチアクセスモード

14＊＊$_H$	CG ROMアクセス	IN
15＊＊$_H$	PCG BLUEアクセス	IN/OUT
16＊＊$_H$	PCG REDアクセス	IN/OUT
17＊＊$_H$	PCG GREENアクセス	IN/OUT

X1 turbo高速アクセスモード

14＊0$_H$～14＊F$_H$	CG，漢字ROMアクセス	IN
15＊0$_H$～15＊F$_H$	PCG BLUEアクセス	IN/OUT
16＊0$_H$～16＊F$_H$	PCG REDアクセス	IN/OUT
17＊0$_H$～17＊F$_H$	PCG GREENアクセス	IN/OUT

チェックポイント
turboの場合，I/Oポート1FD＊$_H$の第5ビットが1ならば高速アクセスモード，0ならばコンパチアクセスモード。

さて，よく見ると分かるよーに，実はこの方式では，一度に1色分しかセットできないのである。すなわち，正しくPCGをセットするには，このルーチンを3回呼び出さなければならないのだ。この点を心得ておいて欲しいわけである。

ではE052$_H$からのSETPCGである。まずEレジスタに08$_H$をロードしている。これはとりもなおさず，キャラクタのデータが8段飾りであることに由来する。つまり08$_H$というのはカウンタなのである。その後E055$_H$～E062$_H$で何やら行なっているが，これは「垂直帰線期間信号の立ち下がり」(I/Oポート1A01$_H$番地の第7ビット)の検出なのである。「そんなもんを検出して，一体どーすんだ」と思うであろうが，これには「今からCRTCは例の表示されないVRAMへアクセスを開始しま～す」という意味があるのだ。よってこれがGOサインなのである。ところで，見慣れない条件JPがあるが，これは各自で自習していただきたい。

いよいよ核心中の核心が，E064$_H$からである。まず，(BC) へ1バイトOUTしている。これでPCGセットが1段分できたことになる。E067$_H$までは実にありふれたプログラムである。そして，出ました，ディレイルーチンである。プログラムの右端に並んでいるのは，ステート数（クロック数：X1は4MHzだから1クロックが0.25 μs＝0.00000025秒）である。ループ1回分が250クロックになるようにしてある。なぜこのよーになっているかというと，これはCRTCの都合によるものなのだ。すなわち「PCGのセットはCRTCが表示されないRAMにアクセスしているときを利用する」という大原則があるので，「CRTC様が次の段にアクセスなされるとき」をひたすら待たなければならないのである。なぜ250クロックかというと，これは映像信号の水平周期＝15.95 kHzからきている

のだ。すなわち，

$$\frac{1}{15.98(\mathrm{kHz})} \fallingdotseq 0.0000625\ (秒)$$

$$= \frac{250\ (クロック)}{4(\mathrm{MHz})}$$

なのだ。15.98 kHz というのがどこから出てきたかというと，資料に書いてあったからなのだ。私は深く追及する気はないので，さっさとリスト 2-3 の説明に入ってしまうのである。

リスト 2-3　低速 PCG 定義

```
100 CLEAR &HE000
110 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("EB 46 23 4E 23 ED 43 78 E0 56 23 5E 23 CD 18 E0")
120 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("46 23 0E 00 CD 52 E0 C9 E5 D5 01 D0 1F AF ED 79")
130 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("ED 4B 78 E0 21 00 38 3E 00 CD 48 E0 ED 4B 78 E0")
140 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("21 00 28 D1 D5 3E 20 CD 48 E0 ED 4B 78 E0 21 00")
150 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("30 D1 7B CD 48 E0 E1 C9 09 44 4D ED 79 03 15 20")
160 MEM$(&HE050,16)=HEXCHR$("FA C9 1E 08 D9 F3 01 01 1A ED 78 F2 59 E0 ED 78")
170 MEM$(&HE060,16)=HEXCHR$("FA 5E E0 D9 7E ED 79 23 03 00 23 2B 3E 0D 3D C2")
180 MEM$(&HE070,16)=HEXCHR$("6E E0 1D C2 64 E0 FB C9 00 00 00 00 00 00 00 00")
190 DEFUSR0=&HE000
200 '
210 CGEN 1:LOCATE 0,0
220 FORI=0TO255:PRINT #0,CHR$(I);:NEXT:PRINT
230 CGEN 0
240 '
250 TIME=0
260 FORI=0TO255
270   A$=USR0(CHR$(&H7,&HD0,48,I,&H15)+STRING$(8,&H3))
280   A$=USR0(CHR$(&H7,&HD0,48,I,&H16)+STRING$(8,&HC))
290   A$=USR0(CHR$(&H7,&HD0,48,I,&H17)+STRING$(8,&H30))
300 NEXT
310 PRINT TIME
320 TIME=0
330 FORI=0TO255:DEFCHR$(I)=STRING$(24,0):NEXT
340 PRINT TIME
350 '
360 ' A$=USR0(CHR$(&H7,&HD0,48,?,&H??)+STRING$(8,&H??)):WIDTH 80
370 ' A$=USR0(CHR$(&H7,&HE8,24,?,&H??)+STRING$(8,&H??)):WIDTH 40:SCREEN ?,0
380 ' A$=USR0(CHR$(&H7,&HE8,24,?,&H??)+STRING$(8,&H??)):WIDTH 40:SCREEN ?,1
```

まず 210〜230 行ですべての PCG を表示しておく。次に 260〜300 行ですべての PCG を 3 色縦縞にしてしまう。CHR$（△）の中のパラメータは，WIDTH 80 のときのものである（他のスクリーンモードのときは 360 行からの注釈文を見ておくれ)。そして，すぐ後では DEFCHR$文で同じようなことをやっている。結局は速度比較なのである。で，その速度はどーかというと，これがなんと同じで，両方とも 256 個の PCG を定義するのに 13 秒前後かかっているのである。考えてみれば，CRT の垂直同期周波数は 60Hz 前後である。つまり，1 秒間に 60 回 PCG をセットするチャンスが来るわけだ。256 個セットするには，1 個当たり青赤緑の 3 回のチャンスが必要だから，256×3＝768 回のチャンスが必要である。そいでもって，768÷60＝12.8（秒）かかってしまうのである。

そこで出てくるのが，3 倍速 PCG 定義プログラムであった。

PCGの高速定義

まずは，3 倍の速さにするのである。この原理は私が考えたものではないということを

最初に断っておく。

リスト 2-4, 2-5 を見ていただきたい。注意してみると分かるように，リスト 2-4 の前半はリスト 2-2 とほとんど同じである。違ってくるのは，$E04E_H$の SETPCG からである。まずは ORDER というサブルーチンを呼んでいる。ここで何をやっているかというと，青，赤，緑と 8 バイトずつのブロックになっているデータを，青の 0 段目，赤の 0 段目，緑の 0 段目，……という順序に並べ変えて，WORK（$E0AC_H$）から始まる 24 バイトに格納しているのである。$E08D_H$～$E0A3_H$あたりの 2 重ループの作り方が実に微妙なのである。特に注意すべきことは「LDI」を実行して BC レジスタが 0 になったかどうかの判断を，「JP　PO，～」（パリティ・オッド）で判定している点である。「LDI」はゼロフラグを変えないのである。

リスト 2-4　3 倍速 PCG 定義の機械語部分

```
                                          .Z80
                                          .PHASE   0E000H
                                  ;
 0016                             BLUE     EQU      15H+1
 0017                             RED      EQU      16H+1
 0018                             GREEN    EQU      17H+1
                                  ;
 E000     EB                               EX       DE,HL
 E001     46                               LD       B,(HL)   ;HI
 E002     23                               INC      HL
 E003     4E                               LD       C,(HL)   ;LOW
 E004     23                               INC      HL
 E005     ED 43 E0AA                       LD       (BCWORK),BC
 E009     56                               LD       D,(HL)   ;COUNT
 E00A     23                               INC      HL
 E00B     5E                               LD       E,(HL)   ;ASCII CODE
 E00C     23                               INC      HL
 E00D     CD E014                          CALL     SET0
                                  ;
                                  ;HL POINTS PCG DATA
 E010     CD E04E                          CALL     SETPCG
 E013     C9                               RET
                                  ;
 E014     E5                      SET0:    PUSH     HL        ;SAVE POINTER
 E015     D5                               PUSH     DE        ;SAVE COUNT & ASCII CODE
 E016     01 1FD0                          LD       BC,1FD0H           ;FOR turbo
 E019     AF                               XOR      A
 E01A     ED 79                            OUT      (C),A
                                  ;
 E01C     ED 4B E0AA                       LD       BC,(BCWORK)
 E020     21 3800                          LD       HL,3800H           ;KANJI VRAM:turb
o
 E023     3E 00                            LD       A,00H
 E025     CD E044                          CALL     SET1
                                  ;
 E028     ED 4B E0AA                       LD       BC,(BCWORK)
 E02C     21 2800                          LD       HL,2800H           ;ATTRIBUTE
 E02F     D1                               POP      DE
 E030     D5                               PUSH     DE
 E031     3E 20                            LD       A,20H              ;PCG,COLOR=0
 E033     CD E044                          CALL     SET1
                                  ;
 E036     ED 4B E0AA                       LD       BC,(BCWORK)
 E03A     21 3000                          LD       HL,3000H           ;VRAM
 E03D     D1                               POP      DE
 E03E     7B                               LD       A,E                ;ASCII CODE
 E03F     CD E044                          CALL     SET1
                                  ;
 E042     E1                               POP      HL
 E043     C9                               RET
                                  ;
 E044     09                      SET1:    ADD      HL,BC
 E045     44                               LD       B,H
 E046     4D                               LD       C,L      ;BC=HL+BC
 E047     ED 79                   SET2:    OUT      (C),A
 E049     03                               INC      BC       ;INC ADDRESS
 E04A     15                               DEC      D        ;DEC COUNTER
```

```
E04B    20 FA            JR      NZ,SET2
E04D    C9               RET
                ;
                ;Acc=ASCII
E04E    CD E086  SETPCG: CALL    ORDER   ;CHANGE ORDER
                ;
E051    06 16            LD      B,BLUE
E053    0E 00            LD      C,00H
E055    16 17            LD      D,RED   ;RED
E057    1E 18            LD      E,GREEN ;GREEN
E059    3E 08            LD      A,08H   ;COUNTER
E05B    08               EX      AF,AF'
E05C    D9               EXX
                ;
E05D    F3               DI
E05E    01 1A01          LD      BC,1A01H
E061    ED 78    VDSP0:  IN      A,(C)
E063    F2 E061          JP      P,VDSP0
E066    ED 78    VDSP1:  IN      A,(C)
E068    FA E066          JP      M,VDSP1
                ;
E06B    D9               EXX
E06C    08               EX      AF,AF'  ;A'=COUNTER
                ;
E06D    ED A3    SETP:   OUTI            ;16,OUT BLUE
E06F    42               LD      B,D     ;4
E070    ED A3            OUTI            ;16,OUT RED
E072    43               LD      B,E     ;4
E073    ED A3            OUTI            ;16,OUT GREEN
                ;16+4+16+4+16=56
                ;
E075    06 16            LD      B,BLUE  ;7
                ;7=7
                ;
E077    08               EX      AF,AF'  ;4
E078    3E 0B            LD      A,0BH   ;7
E07A    3D       DLY:    DEC     A       ;4
E07B    C2 E07A          JP      NZ,DLY  ;10
E07E    08               EX      AF,AF'  ;4
                ;4+7+(4+10)*11+4=169
                ;
E07F    0C               INC     C       ;4
E080    3D               DEC     A       ;4
E081    C2 E06D          JP      NZ,SETP ;10
                ;4+4+10=18
                ;56+7+169+18=250
E084    FB               EI
E085    C9               RET
                ;
                ;CHANGE ORDER
                ;B0,B1,...,B7,R0,R1,...,R7,G0,G1,...,G7
                ;     ---->B0,R0,G0,B1,R1,G1,...,B7,R7,G7
                ;
E086    D9       ORDER:  EXX
E087    06 08            LD      B,8     ;COUNTER
E089    D9               EXX
E08A    11 E0AC          LD      DE,WORK ;BUFFER
E08D    E5       ORDER0: PUSH    HL
E08E    01 0003          LD      BC,3
E091    ED A0    ORDER1: LDI
                ;(DE)<-(HL),INC DE,INC HL,DEC BC
E093    E2 E09E          JP      PO,ORDER2       ;3 BYTES MOVED?
E096    79               LD      A,C     ;SAVE C
E097    0E 07            LD      C,7
E099    09               ADD     HL,BC   ;HL=HL+7
E09A    4F               LD      C,A     ;BACK C
E09B    C3 E091          JP      ORDER1
                ;
E09E    E1       ORDER2: POP     HL
E09F    23               INC     HL
E0A0    D9               EXX
E0A1    05               DEC     B       ;DEC COUNTER
E0A2    D9               EXX
E0A3    C2 E08D          JP      NZ,ORDER0
                ;
E0A6    21 E0AC          LD      HL,WORK ;NEW PCG DATA
E0A9    C9               RET
                ;
E0AA             BCWORK: DS      2
E0AC             WORK:   DS      24
                         END
```

リスト 2-5　3 倍速 PCG 定義

```
100 CLEAR &HE000
110 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("EB 46 23 4E 23 ED 43 AA E0 56 23 5E 23 CD 14 E0")
120 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("CD 4E E0 C9 E5 D5 01 D0 1F AF ED 79 ED 4B AA E0")
130 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("21 00 38 3E 00 CD 44 E0 ED 4B AA E0 21 00 28 D1")
140 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("D5 3E 20 CD 44 E0 ED 4B AA E0 21 00 30 D1 7B CD")
150 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("44 E0 E1 C9 09 44 4D ED 79 03 15 20 FA C9 CD 86")
160 MEM$(&HE050,16)=HEXCHR$("E0 06 16 0E 00 16 17 1E 18 3E 08 08 D9 F3 01 01")
170 MEM$(&HE060,16)=HEXCHR$("1A ED 78 F2 61 E0 ED 78 FA 66 E0 D9 08 ED A3 42")
180 MEM$(&HE070,16)=HEXCHR$("ED A3 43 ED A3 06 16 08 3E 0B 3D C2 7A E0 08 0C")
190 MEM$(&HE080,16)=HEXCHR$("3D C2 6D E0 FB C9 D9 06 08 D9 11 AC E0 E5 01 03")
200 MEM$(&HE090,16)=HEXCHR$("00 ED A0 E2 9E E0 79 0E 07 09 4F C3 91 E0 E1 23")
210 MEM$(&HE0A0,16)=HEXCHR$("D9 05 D9 C2 8D E0 21 AC E0 C9 00 00 00 00 00 00")
220 DEFUSR0=&HE000
230 '
240 CGEN 1:LOCATE 0,0
250 FORI=0TO255:PRINT #0,CHR$(I);:NEXT:PRINT
260 CGEN 0
270 '
280 TIME=0
290 FORI=0TO255
300    A$=USR0(CHR$(&H7,&HD0,48,I)+STRING$(24,1))
310 NEXT
320 PRINT TIME
```

このよーにして並べ変えたデータを $E06D_H$ から OUTI を使って，走査線 1 本当たり，青，赤，緑の 3 バイトずつ PCG にセットしているわけである。ここでの注意点は，OUTI 命令のひねくれ方である。実に**ムッとすることに，**OUTI は，B レジスタを一つ減少させてから，OUT 動作を行なうのである。よって，1500_H 番地に OUT したいならば，BC を 1600_H にしておかなければならないのである。むむむーん。あと特筆すべきことは，その 3 バイトを OUT する期間である。どうやら 60 クロックぐらいの間に済まさなければならないよーである。しかし，私はその根拠は計算できない。ま，56 クロックで収まっているのだからよしとしてしまうのである。

この 3 倍速 PCG 定義を使うと，256 個の PCG 定義が 4 秒強で済むことになる。しかしこの世にその筋として生を受けたからには，「もっとオイシイ手はないかかかっ！」と考えなければならん。そして思い付いたのが，24 倍速 PCG 定義である。一体どーやってやるのかというと，原理は単純で，

PCG 定義で大事な「表示されない VRAM」の数(行数)を増やしてしまおう。

という，実にその筋的な発想なのである。第 1 章で CRTC をやったが，CRTC の第 6 レジスタ（R6）は「垂直表示文字数」であった。普段はここは 25 なのだが，7 減らして 18 にしてしまうと，どーだ「表示されない VRAM」がどっと増えただろーが。7 行増えたのだから，3 倍速× 8 倍速で 24 倍速である。機械語部分が**リスト 2-6**，BASIC から使っているのが**リスト 2-7** である。リスト 2-6 でやっているのは，CRTC をいじっているほかは，リスト 2-4 の 3 倍速 PCG 定義と大差ない。そこでさっさとリスト 2-7 の説明に行ってしまうのである。

リスト 2-6　24 倍速 PCG 定義の機械語部分

```
                                        .Z80
                                        .PHASE    0E000H
                                   ;
 0016                              BLUE     EQU       15H+1
 0017                              RED      EQU       16H+1
 0018                              GREEN    EQU       17H+1
                                   ;
```

```
E000    01 1800              LD     BC,1800H          ;SET CRTC
E003    3E 06                LD     A,6
E005    ED 79                OUT    (C),A
E007    03                   INC    BC
E008    3E 12                LD     A,18     ;DISP JUST 18 LINES
E00A    ED 79                OUT    (C),A
                    ;
E00C    01 1FD0     START:   LD     BC,1FD0H          ;FOR turbo
E00F    AF                   XOR    A
E010    ED 79                OUT    (C),A
                    ;
E012    01 3DA0              LD     BC,3800H+5A0H    ;KANJI VRAM
E015    21 0260              LD     HL,260H ;COUNTER
E018    16 00                LD     D,00H
E01A    CD E070              CALL   SETIO
                    ;
E01D    01 25A0              LD     BC,2000H+5A0H    ;ATTRIBUTE
E020    21 0260              LD     HL,260H ;COUNTER
E023    16 20                LD     D,20H
E025    CD E070              CALL   SETIO
                    ;
E028    21 E200              LD     HL,0E200H         ;DATA AREA
E02B    22 E0AF              LD     (HLWORK),HL       ;SAVE ADDRESS
E02E    AF                   XOR    A        ;TOP OF ASCII CODE
E02F    F5          LOOP:    PUSH   AF
E030    CD E056              CALL   SET8
E033    2A E0AF              LD     HL,(HLWORK)       ;DATA ADDRESS
E036    CD E07A              CALL   SETPCG
E039    2A E0AF              LD     HL,(HLWORK)
E03C    01 00C0              LD     BC,24*8
E03F    09                   ADD    HL,BC             ;NEW ADDRESS
E040    22 E0AF              LD     (HLWORK),HL
E043    F1                   POP    AF
E044    C6 08                ADD    A,8               ;CHECK COUNTER
E046    C2 E02F              JP     NZ,LOOP
                    ;
E049    01 1800              LD     BC,1800H
E04C    3E 06                LD     A,6
E04E    ED 79                OUT    (C),A
E050    03                   INC    BC
E051    3E 19                LD     A,25     ;CRTC WO MODOSU
E053    ED 79                OUT    (C),A
E055    C9                   RET
                    ;
E056    01 35A0     SET8:    LD     BC,3000H+5A0H
E059    57                   LD     D,A      ;ASCII CODE
E05A    1E 08                LD     E,8      ;COUNTER
E05C    C5          SET80:   PUSH   BC
E05D    21 0030              LD     HL,48
E060    CD E070              CALL   SETIO
E063    C1                   POP    BC
E064    21 0050              LD     HL,80
E067    09                   ADD    HL,BC
E068    44                   LD     B,H
E069    4D                   LD     C,L      ;BC=NEXT ADDRESS
E06A    14                   INC    D        ;INC ASCII CODE
E06B    1D                   DEC    E        ;DEC COUNTER
E06C    C2 E05C              JP     NZ,SET80
                    ;
E06F    C9                   RET
                    ;
E070    ED 51       SETIO:   OUT    (C),D
E072    03                   INC    BC
E073    2B                   DEC    HL
E074    7C                   LD     A,H
E075    B5                   OR     L
E076    C2 E070              JP     NZ,SETIO
E079    C9                   RET
                    ;
                    ;Acc=ASCII
E07A    06 16       SETPCG:  LD     B,BLUE
E07C    0E 00                LD     C,00H
E07E    16 17                LD     D,RED    ;RED
E080    1E 18                LD     E,GREEN  ;GREEN
E082    3E 40                LD     A,08H*8  ;COUNTER,8 CHARS!
E084    08                   EX     AF,AF'
E085    D9                   EXX
                    ;
E086    F3                   DI
E087    01 1A01              LD     BC,1A01H
E08A    ED 78       VDSP0:   IN     A,(C)
```

```
E08C      F2 E08A                    JP      P,VDSP0
E08F      ED 78             VDSP1:   IN      A,(C)
E091      FA E08F                    JP      M,VDSP1
                            ;
E094      D9                         EXX
E095      08                         EX      AF,AF'   ;A'=COUNTER
                            ;
E096      ED A3             SETP:    OUTI             ;16,OUT BLUE
E098      42                         LD      B,D      ;4
E099      ED A3                      OUTI             ;16,OUT RED
E09B      43                         LD      B,E      ;4
E09C      ED A3                      OUTI             ;16,OUT GREEN
                            ;16+4+16+4+16=56
                            ;
E09E      06 16                      LD      B,BLUE   ;7
                            ;7=7
                            ;
E0A0      08                         EX      AF,AF'   ;4
E0A1      3E 0B                      LD      A,0BH    ;7
E0A3      3D                DLY:     DEC     A        ;4
E0A4      C2 E0A3                    JP      NZ,DLY   ;10
E0A7      08                         EX      AF,AF'   ;4
                            ;4+7+(4+10)*11+4=169
                            ;
E0A8      0C                         INC     C        ;4
E0A9      3D                         DEC     A        ;4
E0AA      C2 E096                    JP      NZ,SETP  ;10
                            ;4+4+10=18
                            ;56+7+169+18=250
E0AD      FB                         EI
E0AE      C9                         RET
                            ;
E0AF                        HLWORK:  DS      2
                                     END
```

リスト 2-7　24 倍速 PCG 定義

```
100 CLEAR &HE000
110 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("01 00 18 3E 06 ED 79 03 3E 12 ED 79 01 D0 1F AF")
120 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("ED 79 01 A0 3D 21 60 02 16 00 CD 70 E0 01 A0 25")
130 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("21 60 02 16 20 CD 70 E0 21 00 E2 22 AF E0 AF F5")
140 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("CD 56 E0 2A AF E0 CD 7A E0 2A AF E0 01 C0 00 09")
150 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("22 AF E0 F1 C6 08 C2 2F E0 01 00 18 3E 06 ED 79")
160 MEM$(&HE050,16)=HEXCHR$("03 3E 19 ED 79 C9 01 A0 35 57 1E 08 C5 21 30 00")
170 MEM$(&HE060,16)=HEXCHR$("CD 70 E0 C1 21 50 00 09 44 4D 14 1D C2 5C E0 C9")
180 MEM$(&HE070,16)=HEXCHR$("ED 51 03 2B 7C B5 C2 70 E0 C9 06 16 0E 00 16 17")
190 MEM$(&HE080,16)=HEXCHR$("1E 18 3E 40 08 D9 F3 01 01 1A ED 78 F2 8A E0 ED")
200 MEM$(&HE090,16)=HEXCHR$("78 FA 8F E0 D9 08 ED A3 42 ED A3 43 ED A3 06 16")
210 MEM$(&HE0A0,16)=HEXCHR$("08 3E 0B 3D C2 A3 E0 08 0C 3D C2 96 E0 FB C9 00")
220 '
230 WIDTH 80
240 CGEN 1
250 FOR I=0 TO 255:PRINT #0 CHR$(I);:NEXT:PRINT
260 CGEN 0
270 FOR I=0 TO 255
280   MEM$(&HE200+I*24,24)=STRING$(24,I)
290 NEXT
300 TIME=0
310 FOR I=0 TO 10:CALL &HE000:NEXT
320 PRINT TIME
```

リスト 2-7 では最初に WIDTH を 80 にしている。そーなのである。リスト 2-6 は簡単にするために，WIDTH 80 でしか動かないよーになっているのだ。しかも PCG 用のデータは，あらかじめ青，赤，緑，青，赤，緑，……というように並べ換えられて，$E200_H$から 6144 (1800_H) バイトに格納されていることになっている。270〜290 行で，そのダミーのデータを作っているわけである。実際の PCG 定義は「CALL &HE000」一発で OK である。速すぎるので 10 回実行している。結果は，256 個の定義にかかる時間は約 0.6 秒と出た。さて，理論的には全画面を表示されない VRAM（？）にして 26× 3 =78 倍速なんていうのができそうだが，ちょっと無理のようである。実は 16× 3 =48 倍速までやってみた

のだが，ソフトウェアでタイミングをとる悲しさで，所々でPCGの定義に失敗してしまうのだ。それで安全のために24倍速でとどめておいたのである(その筋な某ユーザーは，もう一工夫して，うまくソフトウェアでタイミングをとり，48倍速定義を成功させたそうである。ももも)。

CGの読み出し

話は変わって，BASICのCGPAT$関数に対応する部分である。**リスト2-8，2-9**にROM CGを読み出すプログラムを示す。リスト2-2〜7を参考にすれば，PCGから読み出すことなどは簡単であろうと，勝手に判断してしまうのである。**達者で暮らしていただきたい**，と言いつつ何の説明もせずに次に進んでしまうのである。

リスト2-8　ROM CG読み出しの機械語部分

```
                                      .Z80
                                      .PHASE   0E000H
                                ;
  E000    EB                          EX       DE,HL
  E001    46                          LD       B,(HL)   ;HI
  E002    23                          INC      HL
  E003    4E                          LD       C,(HL)   ;LOW
  E004    23                          INC      HL
  E005    ED 43 E077                  LD       (BCWORK),BC
  E009    56                          LD       D,(HL)   ;COUNT
  E00A    23                          INC      HL
  E00B    5E                          LD       E,(HL)   ;ASCII CODE
  E00C    23                          INC      HL
  E00D    CD E017                     CALL     SET0
                                ;
  E010    01 1400                     LD       BC,1400H
  E013    CD E051                     CALL     READCG
  E016    C9                          RET
                                ;
  E017    E5                    SET0: PUSH     HL        ;SAVE POINTER
  E018    D5                          PUSH     DE        ;SAVE COUNT and ASCII CO
DE
  E019    01 1FD0                     LD       BC,1FD0H          ;FOR turbo
  E01C    AF                          XOR      A
  E01D    ED 79                       OUT      (C),A
                                ;
  E01F    ED 4B E077                  LD       BC,(BCWORK)
  E023    21 3800                     LD       HL,3800H          ;KANJI VRAM(turb
o)
  E026    3E 00                       LD       A,00H
  E028    CD E047                     CALL     SET1
                                ;
  E02B    ED 4B E077                  LD       BC,(BCWORK)
  E02F    21 2800                     LD       HL,2800H          ;ATTRIBUTE
  E032    D1                          POP      DE
  E033    D5                          PUSH     DE
  E034    3E 00                       LD       A,00H             ;ROM CG,COLOR=0
  E036    CD E047                     CALL     SET1
                                ;
  E039    ED 4B E077                  LD       BC,(BCWORK)
  E03D    21 3000                     LD       HL,3000H          ;VRAM
  E040    D1                          POP      DE
  E041    7B                          LD       A,E               ;ASCII CODE
  E042    CD E047                     CALL     SET1
                                ;
  E045    E1                          POP      HL
  E046    C9                          RET
                                ;
  E047    09                    SET1: ADD      HL,BC
  E048    44                          LD       B,H
  E049    4D                          LD       C,L      ;BC=HL+BC
  E04A    ED 79                 SET2: OUT      (C),A
  E04C    03                          INC      BC       ;INC ADDRESS
  E04D    15                          DEC      D        ;DEC COUNTER
```

```
E04E     20 FA              JR      NZ,SET2
E050     C9                 RET
                       ;
E051     1E 08         READCG: LD   E,08H    ;COUNTER
E053     D9                 EXX
                       ;
E054     F3                 DI
E055     01 1A01            LD      BC,1A01H
E058     ED 78         VDISP0: IN   A,(C)
E05A     F2 E058            JP      P,VDISP0
E05D     ED 78         VDISP1: IN   A,(C)
E05F     FA E05D            JP      M,VDISP1
                       ;
E062     D9                 EXX
E063     ED 78         SETP:   IN   A,(C)    ;12,READ 1 BYTE
E065     77                 LD      (HL),A   ;7,STORE DATA
E066     23                 INC     HL       ;6,INC POINTER
E067     03                 INC     BC       ;6,INC I/O ADDRESS
                       ;7+12+6+6=31
                       ;
E068     00                 NOP              ;4
E069     23                 INC     HL       ;6
E06A     2B                 DEC     HL       ;6,DUMMY
                       ;4+6+6=16
                       ;
E06B     3E 0D              LD      A,0DH    ;7
E06D     3D            DLY:    DEC  A        ;4
E06E     C2 E06D            JP      NZ,DLY   ;10
E071     1D                 DEC     E        ;4
E072     C2 E063            JP      NZ,SETP  ;10
                       ;7+(4+10)*13+4+10=203
                       ;
                       ;31+16+203=250
E075     FB                 EI
E076     C9                 RET
                       ;
E077                   BCWORK: DS   2
                            END
```

リスト 2-9　ROM CG 読み出し

```
100 CLEAR &HE000
110 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("EB 46 23 4E 23 ED 43 77 E0 56 23 5E 23 CD 17 E0")
120 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("01 00 14 CD 51 E0 C9 E5 D5 01 D0 1F AF ED 79 ED")
130 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("4B 77 E0 21 00 38 3E 00 CD 47 E0 ED 4B 77 E0 21")
140 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("00 28 D1 D5 3E 00 CD 47 E0 ED 4B 77 E0 21 00 30")
150 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("D1 7B CD 47 E0 E1 C9 09 44 4D ED 79 03 15 20 FA")
160 MEM$(&HE050,16)=HEXCHR$("C9 1E 08 D9 F3 01 01 1A ED 78 F2 58 E0 ED 78 FA")
170 MEM$(&HE060,16)=HEXCHR$("5D E0 D9 ED 78 77 23 03 00 23 2B 3E 0D 3D C2 6D")
180 MEM$(&HE070,16)=HEXCHR$("E0 1D C2 63 E0 FB C9 00 00 00 00 00 00 00 00 00")
190 DEFUSR0=&HE000
200 '
210 WIDTH80
220 C=0
230 A$=USR0(CHR$(&H7,&HD0,48,C)+STRING$(8,&H30))
240 A$=RIGHT$(A$,8)
250 PRINT #0 A$
260 PRINT #0 LEFT$(CGPAT$(C),8)
```

turboにおけるPCG/CG

さあて，話は変わってturboである。ここまでの話からも分かるよーに，X1のPCGは強力無比と言えるのだが，PCG定義，読み出しの速度と手間は実にうっとーしいのである。伝え聞くところによると，まともにインターフェイスなどを作ったらコストがかかりすぎるので，あのよーになったということだが，そのウワサの真偽はともかくとして，うっとーしいということだけは真実なのである。シャープもその点については正しく理解していたらしく，turboでは「高速アクセスモード」という機能が付けられている。これ

は，CGアクセスの下準備をVRAM，漢字VRAM，アトリビュートに各1バイト，計3バイトを書き込むだけで済むようにしたうえに，垂直帰線期間だけでなく，水平帰線期間にもアクセス可能にしたものである。つまり，走査線1本ごとにアクセスできるわけである。しかもうれしいことにソフトウェアでタイミングを取る必要もないのである。どーしてかというと，turboがハード的に，勝手にタイミングを取ってくれるのだ。すなわち，PCGにデータをセットしようとして，CPUがOUT命令を実行したとすると，その瞬間にウエイトがかけられてタイミングが取れるのである。ウエイトとは平たく言えば「金縛り」みたいなもので，CPUは気絶させられるわけである。で，周りの回路が準備OKになったところでCPUに「活」を入れる。CPUは何も気付かずにOUT命令を完了して，また4MHzのステップを踏み続けるのである。

turboではこの高速アクセスモードにより，256個のPCGを，低解像度モード(200ライン)のとき約0.5秒，高解像度モード（400ライン）のとき約0.27秒に短縮できたのである。さもなくばSYMBOL文などは**大ひんしゅくであったろう**。めでたしめでたし。

まずは実物を見ていただきたい。**リスト2-10，2-11**である。リスト2-10はこの章のア

リスト2-10　turbo用CG R/Wプログラムの機械語部分

```
                                      .Z80
                                      .PHASE  0E000H
                                ;
  E000     EB                         EX      DE,HL
  E001     01 20D0                    LD      BC,1FD0H+100H
  E004     ED A3                      OUTI            ;DATA TO (1FD0H)
                                ;
  E006     01 40FF                    LD      BC,3FFFH+100H
  E009     ED A3                      OUTI            ;KANJI VRAM
                                ;
  E00B     01 28FF                    LD      BC,27FFH+100H
  E00E     ED A3                      OUTI            ;ATTRIBUTE
                                ;
  E010     01 38FF                    LD      BC,37FFH+100H
  E013     ED A3                      OUTI            ;VRAM
                                ;
  E015     56                         LD      D,(HL)  ;COUNT
  E016     23                         INC     HL
  E017     5E                         LD      E,(HL)  ;STEP
  E018     23                         INC     HL
  E019     46                         LD      B,(HL)  ;14H,15H,16H or 17H
  E01A     23                         INC     HL
  E01B     0E 00                      LD      C,00H
  E01D     7E                         LD      A,(HL)
  E01E     23                         INC     HL      ;HL POINTS DATA AREA
                                ;
  E01F     B7                         OR      A       ;A=0 THEN SETPCG ELSE RE
AD
  E020     C2 E02E                    JP      NZ,READ
                                ;
  E023     04                   WRITE: INC    B
  E024     ED A3                      OUTI
  E026     79                         LD      A,C
  E027     83                         ADD     A,E
  E028     4F                         LD      C,A     ;C=C+STEP
  E029     15                         DEC     D
  E02A     C2 E023                    JP      NZ,WRITE
  E02D     C9                         RET
                                ;
  E02E     ED A2                READ:  INI
  E030     04                         INC     B
  E031     79                         LD      A,C
  E032     83                         ADD     A,E
  E033     4F                         LD      C,A     ;C=C+STEP
  E034     15                         DEC     D
```

```
  E035      C2 E02E                               JP        NZ,READ
  E038      C9                                    RET
                                        ;
                                                  END
```

リスト 2-11 turbo 用 CG R/W プログラム

```
100 CLEAR &HE000
110 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("EB 01 D0 20 ED A3 01 FF 40 ED A3 01 FF 28 ED A3")
120 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("01 FF 38 ED A3 56 23 5E 23 46 23 0E 00 7E 23 B7")
130 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("C2 2E E0 04 ED A3 79 83 4F 15 C2 23 E0 C9 ED A2")
140 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("04 79 83 4F 15 C2 2E E0 C9 00 00 00 00 00 00 00")
150 DEFUSR0=&HE000
160 '
170 WIDTH 40
180 '1    2     3   4    5              6          7              8
190 '1FD0,KANJI,ATT,VRAM,COUNT(16/8),STEP(2/1),I/O PORT HIGH,R/W
200 '
210 '８＊８の　ＲＯＭ　ＣＧを読む（アルファベット）
220 A$=USR0(CHR$(&H23,0,0,66,8,2,&H14,1)+STRING$(48,0)):L=8:GOSUB"DUMP"
230 '８＊１６の　ＲＯＭ　ＣＧを読む（アルファベット）
240 A$=USR0(CHR$(&H63,0,0,66,16,1,&H14,1)+STRING$(48,0)):L=16:GOSUB"DUMP"
250 '８＊１６の　ＲＯＭ　ＣＧを読む（漢字：『筋』の左側）
260 A$=USR0(CHR$(&H63,&H86,0,&HDA,16,1,&H14,1)+STRING$(48,0)):L=16:GOSUB"DUMP"
270 SUJI$=A$
280 '
290 GOSUB"ALL"
300 '
310 'ＰＣＧをノーマルモードでセット
320   A$=USR0(CHR$(&H23,0,&H20,0,8,2,&H15,0)+STRING$(8,&H3))
330   A$=USR0(CHR$(&H23,0,&H20,0,8,2,&H16,0)+STRING$(8,&HC))
340   A$=USR0(CHR$(&H23,0,&H20,0,8,2,&H17,0)+STRING$(8,&H30))
350 '
360 'ＰＣＧを外字モードでセット
370   A$=USR0(CHR$(&H23,&H10,&H20,4,16,1,&H15,0)+SUJI$)
380   A$=USR0(CHR$(&H23,&H10,&H20,4,16,1,&H16,0)+SUJI$)
390   A$=USR0(CHR$(&H23,&H10,&H20,4,16,1,&H17,0)+SUJI$)
400 '
410 OUT &H31A4,&H4
420 OUT &H39A4,&H10
430 OUT &H21A4,&H27       :'左筋を表示
440 END
450 '
460 LABEL"DUMP"
470 A$=MID$(A$,9,L)
480 FOR I=1 TO L
490 B=ASC(MID$(A$,I,1)):B$=RIGHT$("0000000"+BIN$(B),8):PRINTB$
500 NEXT:PRINT
510 Q$=INKEY$(1)
520 RETURN
530 '
540 LABEL"ALL"
550 CLS:KMODE 0
560 CGEN 1:LOCATE 0,0
570 FOR I=0 TO 255:PRINT #0,CHR$(I);:NEXT
580 CGEN 0:KMODE 1
590 RETURN
```

センブラで書かれたプログラムの中では一番短いものだが，なんと turbo の PCG，ROM CG，漢字 ROM の読み書きすべてに対応してしまっているのだ(多少はナニだけどね)。リスト 2-10 の中のループの $E028_H$番地と $E033_H$番地で C レジスタを変化させているが，これはちゃんと意味があってやっている。使い方はリスト 2-11 の 180，190 行を見ていただきたい。パラメータは順に，

● $1FD0_H$へのデータ

●漢字 VRAM へのデータ

●アトリビュートへのデータ

● VRAM へのデータ

- COUNT（8×8を読むか8×16を読むか）
- STEP（8×8なら2，8×16なら1）
- I/Oポートの上位アドレス（14_H〜17_H）
- R/Wのフラグ（読む＝1／書く＝0）

となっている。

210行からは，まず8×8のROM CGの読み出しである。ASCIIコードは66＝"B"である。第1パラメータが23_Hで，**図2-3**を見るとビット6＝0，ビット5＝1である。すなわち8ラスタCGアクセスで，高速アクセスである。おっと，ビット5の説明では「PCG」となっている。愛敬愛敬。さて，第6パラメータが2になっているが，なぜそのようになっているかというと，8×8の「B」のパターンは，表示されるときは

$7C_H$，42_H，……

となっているのだが，読み出すと

$7C_H$，$7C_H$，42_H，42_H，……

と2度ずつ繰り返してしまうのだ。だから「BC＝BC＋2」としているのだ。230行からはビット6＝1となり，8×16のCGに対するアクセスである。このビット6により，アクセスするROMが変わるのである（表示されるCGは変わらない）。250行からの漢字ROMの読み出しも同じようなものである。

次に310行から2度PCGをセットしている。turboでのPCGには，8×8として扱われるノーマルモードと，8×16として扱われる外字モードの二つのモードがある。外字モードの場合は偶数番目と，その次の奇数番目のPCG 2個が1個の8×16の文字として扱われる（たとえば0と1，2と3などの組）。よって，16×16の漢字は4個のPCGを合体させて作ることができるわけである。256÷4＝64で，turboは64個の漢字の外字を持てる

図2-3　$1FD0_H$＝画面管理ポートの意味

データ内容	コントロール	
ビット0	0＝低解像度モニタ（200ライン） 1＝高解像度モニタ（400ライン）	モニタ切り換え
ビット1	0＝1本ラスタ/ドット 1＝2本ラスタ/ドット	
ビット2	0＝ノーマル（8ラスタ/CHAR）（25行，20行） 1＝漢字　（16ラスタ/CHAR）（12行，10行）	
ビット3	0＝バンク0表示 1＝バンク1表示	
ビット4	0＝バンク0アクセス 1＝バンク1アクセス	
ビット5	0＝PCGコンパチアクセス 1＝PCG高速アクセス	
ビット6	0＝8ラスタCGアクセス 1＝16ラスタCGアクセス	
ビット7	0＝アンダーラインなし 1＝アンダーラインあり	

ことになる。410行からは「筋」の左半分を表示している。漢字VRAMのビット4が立っていて，外字モードになっている点に注意。これによりPCGの4番と5番が上下になって同時に表示されるわけである。

以上がPCGなわけであった。X1ではPCGを使うことによりALL BASICでも，まともに遊べるゲームができてしまうのである。マシン語にすればもっと遊べるのである。というわけで，PCGはゲーム街道をお通りなのであった。

第3章

漢　字

漢字名野出亜留

第3章
漢字名野出亜留

第２章ではPCGをやったのである。となれば，この章では漢字ということになるわけだ。

漢字コードの基本

大体の人は知っているよーに，漢字にもASCIIコードなどと同じように，「漢字コード」なるものがあり，**整理整頓**に一役買っているのである。そいでもって，この漢字コードというやつは実に食わせものなのだ。まず，恐ろしいことに，この漢字コードには３種類が群雄割拠しているのである。

① JIS漢字コード

② 区点コード

③ シフトJIS漢字コード

である。これらは三つとも「２バイトコード」，つまり，２バイトで漢字１文字を表現するコードである。

①まず，JIS漢字コードの場合は，

　上位バイト（１バイト目）は 21_H〜$7E_H$

　下位バイト（２バイト目）も 21_H〜$7E_H$

となっている。ちなみに「鯖」のJISコードは $3B2A_H$ である。

さて，それぞれのバイトで，21_H〜$7E_H$ しか使っていないことからも分かるように，このコードには「隙間」ができている。たとえば，0000_H〜2120_H が空いてるし，$217F_H$〜2220_H なども空いているのである。なんでこうなっているかというと，どうやらコントロールコードを入れたくなかったからのようである。つまり，ASCIIコードでは 00_H〜20_H は（20_H のスペースは違うけど）コントロールコードとして特殊な機能を割り当てられているから，避けたようなのである。また，それ以外にも空きがある。たとえば，2577_H〜$257E_H$ などである。この部分はカタカナとギリシャ文字の隙間なのである。

そいでもって，JIS漢字コードは第１水準と第２水準に分かれるわけであるが，

　第１水準＝2121_H〜$4F53_H$

　第２水準＝5020_H〜7424_H

となっている。第１水準の $4F54_H$〜$4F7E_H$ と，第２水準の 7425_H〜$7E7E_H$ は未定義（空き）である。

なぜ第１，第２水準に分けられているかというと，これは使用頻度によるわけだ。たとえば第２水準には國（国），學（学）などの旧字体や，**瑟齎齧蠡黯黶鼈**などの，見たことも聞いたこともないよーな漢字が並んでいるわけである。それはともかく，一言注意しておかなければならないのは，第１水準が（記号は別として）「読み」ごとに分類されているの

に対して，第2水準は，部首（偏や冠など）ごとに分類されているということである。第2水準の漢字には，読み方も分からないようなものが多いから，妥当な気もするが，**読み方も分からないよーな漢字をどう使うのであろうか。**ま，どーでもいいけどね。

②次に区点コードである。

区点コードはJISコードを少しアレンジしただけのものである。すなわち，JISの上位，下位それぞれから20_Hを引いて，10進数で表し，もう1回くっつけ直したものである。だから，たとえばJISコードの$4B7A_H$（繭）は，

$4B_H-20_H=2B_H=43$

$7A_H-20_H=5A_H=90$

ということになり，区点コードは「4390」となるのである。はっきり言うが，これは4桁の10進数ではなく，「2桁の10進数が二つ」なのである。

この区点コードというやつは，ただ単に入力する際にA～Fを押さなくて済むというぐらいの意味しかない。これはまだ音訓変換さえもなかったような大昔に，漢字の入力方法として考え出されたものらしい。昔はコンピュータで漢字を使うのは大苦労だったのである。

③シフトJIS漢字コード，

このシフトJISというものは，JISコードの短所を補おうとしてできたものである（結果的には補えたのかどーだか知らない）。

たとえばJISコードの4141_H（疏）を，普通の方法でプリントしようとすると，41_HはASCIIコードでは「A」であるから，画面には「AA」と表示されることになる。そのよーなことになっては，どーしょーもないので，JISコードを使う場合にはどうしても「漢字IN/OUT」という，コントロールコードが必要になってくる。つまり，この場合だと，

（漢字IN），41_H，41_H，（漢字OUT）

の4バイトのデータで「疏」1文字を表現することになる。

それでは不便だということでできたのがシフトJISコードである。こいつは，「第1バイトが81_H～$9F_H$もしくは$E0_H$～EF_Hで，なおかつ，第2バイトが40_H～$7E_H$もしくは80_H～FC_Hの4桁の16進数を漢字とみなす」というものである。ダサイことに第1バイトの範囲に隙間がある。これは，半角のカタカナのASCIIコード$A0_H$～DF_Hだからなのである。シフトJISを考え出した人は，半角のカタカナと共存させたかったようである。もっとも，カタカナの代わりにグラフィックキャラクタの一部が使えなくなる。しかし，普通の文字（半角のアルファベットなど）と漢字をほとんど同じように扱えるというメリットが出てくるわけである。

ちなみに先程の「疏」は，シフトJISコードだと，

9160_H

となり，「91_H，60_H」の2バイトのデータだけで「疏」を表現できることになる。第1バイトが91_Hであることが，漢字INの代わりになり，第2バイトの次に暗黙の漢字OUTがあるわけだ。つまり，これによって「漢字IN/OUT」が不要になる。

そこでこの三つにコードの間の変換プログラムが必要となってしまうわけだ。というと

ころで，

リスト 3-1：JIS ↔シフト JIS

リスト 3-2：JIS ↔区点

の変換プログラムとなっている。

リスト 3-1　JIS↔シフトJIS

```
100 DEFSNG J
110 FOR J=&H8100 TO &H9FFF:GOSUB150:NEXT:'すべての漢字を走る
120 FOR J=&HE000 TO &HEB00:GOSUB150:NEXT
130 END
140 '
150 LOCATE0,0:PRINTCHR$(J):P$=SCRN$(0,0,2):'一度表示してから
160 JI$=JIS$(P$):GOSUB 260                :'変換し
170 IF EC THEN STOP
180 IF SJ$<>HEX$(ASC(P$)) THEN STOP       :'チェックする
190 '
200 SJ$=HEX$(ASC(P$)):GOSUB 420           :'変換し
210 IF EC THEN STOP
220 IF JI$<>JIS$(P$) THEN STOP            :'チェックする
230 RETURN
240 '
250 'JIS->SHIFT JIS
260 EC=0
270 W$=MKI$(VAL("&H"+JI$))
280 JI1=ASC(RIGHT$(W$,1)):JI2=ASC(LEFT$(W$,1))
290 '
300 IF (JI1<&H21) OR (&H7E<JI1) THEN EC=1:RETURN
310 IF (JI2<&H21) OR (&H7E<JI2) THEN EC=1:RETURN
320 SJ1=INT((JI1-&H21)/2)+&H81
330 IF JI1>=&H5F THEN SJ1=SJ1+(&HE0-&H9F-1)
340 '
350 IF JI1 AND 1 THEN SJ2=&H40:GOTO 360 ELSE SJ2=&H9F:GOTO 370
360 IF (&H60<=JI2) THEN SJ2=SJ2+1
370 SJ2=SJ2+JI2-&H21
380 SJ=SJ1*256+SJ2:SJ$=HEX$(SJ)
390 RETURN
400 '
410 'SHIFT JIS->JIS
420 EC=0
430 W$=MKI$(VAL("&H"+SJ$))
440 SJ1=ASC(RIGHT$(W$,1)):SJ2=ASC(LEFT$(W$,1))
450 '
460 IF (&H81<=SJ1) AND (SJ1<=&H9F) THEN 490
470 IF (&HE0<=SJ1) AND (SJ1<=&HEF) THEN SJ1=SJ1-&HE0+&H9F+1:GOTO 490
480 EC=1:RETURN
490 JI1=INT((SJ1-&H81)*2)+&H21
500 '
510 IF (&H40<=SJ2) AND (SJ2<=&H7E) THEN 540
520 IF (&H80<=SJ2) AND (SJ2<=&HFC) THEN SJ2=SJ2-1:GOTO 540
530 EC=1:RETURN
540 IF SJ2>=&H9E THEN JI1=JI1+1:SJ2=SJ2-&H9E+&H40
550 JI2=SJ2-&H40+&H21
560 '
570 JI$=HEX$(JI1)+HEX$(JI2)
580 RETURN
```

リスト 3-1 は，JI$に JIS コードを入れ，GOSUB 260 とすると，SJ$にシフト JIS コードが入って返ってくる。その逆が GOSUB 420 である。ただし，どちらの場合でも，EC=1 でリターンしたなら，あり得ないコードを変換しようとしたということである（つまりエラー）。

リスト 3-2　JIS↔区点

```
100 DEFSNG J
110 FOR J=&H8100 TO &H9FFF:GOSUB150:NEXT
120 FOR J=&HE000 TO &HEB00:GOSUB150:NEXT
130 END
140 '
150 LOCATE0,0:PRINT CHR$(J):P$=SCRN$(0,0,2)
160 JI$=JIS$(P$):GOSUB 240
170 IF KT$<>KTN$(P$) THEN STOP
180 '
190 KT$=KTN$(P$):GOSUB 320
200 IF JI$<>JIS$(P$) THEN STOP
210 RETURN
220 '
230 'JIS->KUTEN
240 W$=MKI$(VAL("&H"+JI$))
250 JI1=ASC(RIGHT$(W$,1)):JI2=ASC(LEFT$(W$,1))
260 KT1=JI1-&H20
270 KT2=JI2-&H20:'単にバイアスをかけるだけ
280 KT$=RIGHT$(STR$(10000+KT1*100+KT2),4)
290 RETURN
300 '
310 'KUTEN->JIS
320 W=VAL(KT$)
330 KT1=W ¥ 100:KT2=W MOD 100
340 JI1=KT1+&H20
350 JI2=KT2+&H20:'単にバイアスをかけるだけ
360 JI$=HEX$(JI1*256+JI2)
370 RETURN
```

リスト 3-2 は SJ$でなく，KT$（区点コード）になっただけである。

細かなプログラムの動きは，**図 3-1** の「コード相関図」を見て納得していただきたいと思うしだいである。

図 3-1　コード相関図

Ⓐ シフトJISコードとJIS漢字コードの関係

mm＼nn	00　3F	40　7E	7F	80　9E	9F　FC	FF
00						
81		2121　215F 2321　235F		2160　217E 2360　237E	2221　227E	
9F		5D21　5D5F		5D60　5D7E	5E21　5E7E	
E0		5F21　5F5F		5F60　5F7E	6021　607E	
EF		7D21　7D5F		7D60　7D7E	7E21　7E7E	
FC						
FF						

mm，nnはそれぞれシフトJISコードの第1，第2バイトを示す
▒は未使用領域

Ⓑ シフトJISコードと区点コードの関係

mm＼nn	00 3F	40	7E	7F	80	9E	9F	FC	FF
00									
81		0101 0301	0163 0363		0164 0364	0194 0394	0201 0401	0294 0494	
9F		6101	6163		6164	6194	6201	6294	
E0		6301	6363		6364	6394	6401	6494	
EF		9301	9363		9364	9394	9401	9494	
FC									
FF									

mm，nnはそれぞれシフトJISコードの第1，第2バイトを示す
▒▒は未使用領域

表示するのである

X1/turboで漢字を表示するには，

① 漢字VRAMを使う（turbo）

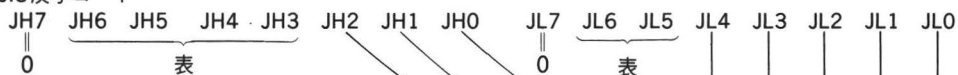
② グラフィック画面に描く

の2とおりの方法があるわけだ。①の場合は，turboの漢字VRAMに適当な値を**シュポポポン**と数バイト書き込むだけ――などと思ったら大間違い。漢字VRAMに書き込むべきデータ（漢字ROMアドレスという）の計算が結構面倒なのである。

まず，JISコードは2バイトであるから，すなわち16ビットなわけだ。しかし，よーく見ると，第1，第2バイトともに，21_H(&B00100001)～$7E_H$(&B01111110)の範囲である。すなわち，どちらのバイトでも，**第7ビット**が0なのだ。よって，JISコードは実際のところ7×2＝14ビットで済んでしまうということになる。それに対して，turboの漢字ROMアドレスというのは，I/Oマップの漢字VRAMの所を見てもらえば分かるが，13ビット（8＋5ビット）の値なのである。まだ1ビットの差が残っているが，これはいかなるわけかというと，JISコードの2821_H～$2F7E_H$と，7425_H～$7E7E_H$が空いているからなどの理由によるのである（ここらへんのところは，JISの改訂などがあるのでちょいと違う部分もある）。

というわけで，**図3-2**がJISコード↔漢字ROMアドレス変換の方法を図示したもの，**リスト3-3**が変換を実行するプログラムである。少し付け加えておくが，要するに，漢字ROMアドレスの下位8ビット（3000_H～$37FF_H$のI/O空間にOUTするやつ）は，単

純に決定するのだが，3800_H〜$3FFF_H$の漢字 VRAM の方のデータは図 3-2 の下の表を見なければならないということである。注意深く見れば規則性が見えてくるであろう。

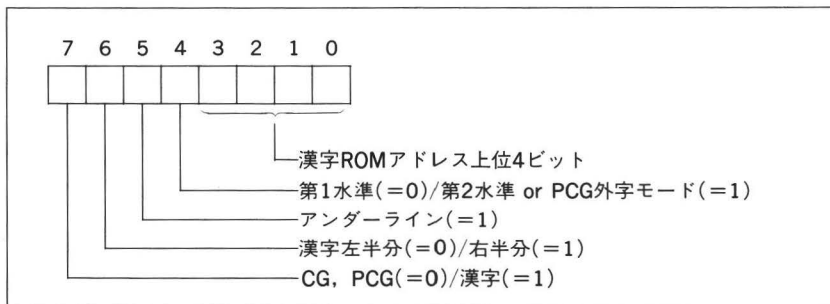
図 3-2　turbo のJIS コード↔漢字 ROM アドレスの関係

	JIS漢字コード						漢字ROMアドレス					
	JH6	JH5	JH4	JL6	JL5		RH4	RH3	RH2	RH1	RH0	JIS漢字コード
第1水準	0	1	0	0	1	←→	0	0	0	0	JH3	2021_H〜$277E_H$
	0	1	0	1	0	←→	0	0	0	1	JH3	
	0	1	0	1	1	←→	0	0	0	0	JH3	
	0	1	1	0	1	←→	0	0	1	0	JH3	3021_H〜$3F7E_H$
	0	1	1	1	0	←→	0	0	1	1	JH3	
	0	1	1	1	1	←→	0	1	0	0	JH3	
	1	0	0	0	1	←→	0	1	0	1	JH3	4021_H〜$4F7E_H$
	1	0	0	1	0	←→	0	1	1	0	JH3	
	1	0	0	1	1	←→	0	1	1	1	JH3	
第2水準	1	0	1	0	1	←→	1	0	0	0	JH3	5021_H〜$5F7E_H$
	1	0	1	1	0	←→	1	0	0	1	JH3	
	1	0	1	1	1	←→	1	0	1	0	JH3	
	1	1	0	0	1	←→	1	0	1	1	JH3	6021_H〜$6F7E_H$
	1	1	0	1	0	←→	1	1	0	0	JH3	
	1	1	0	1	1	←→	1	1	0	1	JH3	
	1	1	1	0	1	←→	1	1	1	0	JH3	7021_H〜$777E_H$
	1	1	1	1	0	←→	1	1	1	1	JH3	
	1	1	1	1	1	←→	1	1	1	0	JH3	

リスト 3-3　turbo 用 JIS↔漢字 ROM アドレス変換

```
100 DEFSNG J
110 FOR J=&H8100 TO &H9FFF:GOSUB 150:NEXT
120 FOR J=&HE000 TO &HEAFF:GOSUB 150:NEXT
130 END
140 '
150 LOCATE 0,0:PRINT CHR$(J):J$=SCRN$(0,0,2)
160 IF J$="※" THEN 290
170 JI$=JIS$(J$):GOSUB 320        :'JIS -> ROM
180 IF EC THEN STOP
190 IF RL<>INP(&H3000) THEN STOP
200 IF RH<>(INP(&H3800) AND &H1F) THEN STOP
210 OUT &H3804,RH OR &H80
220 OUT &H3805,RH OR &HC0
230 OUT &H3004,RL:OUT &H3005,RL
```

```
240 '
250 RL=INP(&H3000)
260 RH=INP(&H3800) AND &H1F
270 JI$="":GOSUB 490              :'ROM -> JIS
280 IF JI$<>JIS$(J$) THEN STOP
290 RETURN
300 '
310 'JIS->ROM
320 EC=0
330 JI=VAL("&H"+JI$)
340 RL=(JI AND &B11111) OR ((JI ¥ 8) AND &B11100000)
350 RW1=(JI ¥ &H1000) AND 7      :'JH6,JH5,JH4
360 RW2=(JI ¥ &H800)  AND 1      :'JH3
370 RW3=(JI ¥ &H20)   AND 3      :'JL6,JL5
380 ON RW1 GOTO 390,400,450,450,450,450,410
390 EC=1:RETURN
400 RH=&B0 OR RW2     :GOTO 420
410 RH=&B11100 OR RW2
420 IF RW3=2 THEN RH=RH OR 2
430 IF RW3=3 THEN RH=RH XOR 1
440 RETURN
450 RH=((RW1-3)*3+1+RW3)*2 OR RW2
460 RETURN
470 '
480 'ROM->JIS
490 EC=0
500 JI2=RL AND &B11111           :'RL4 - RL0
510 JI1=(RL ¥ &H20) AND &B111    :'RL7 - RL5
520 IF RH<4 THEN 580             :'2121H - 277EH
530 IF RH>&H1C THEN 590          :'7021H - 777EH
540 JI1=JI1 OR ((((RH ¥ 2)+7)¥3)*&H10)
550 JI1=JI1 OR (RH AND 1)*8
560 JI2=JI2 OR  (((((RH ¥ 2)+1)MOD3)+1)*&H20)
570 GOTO 650
580 JI1=JI1 OR &B100000 :GOTO 600
590 JI1=JI1 OR &B1110000:GOTO 600
600 RW=RH AND 3
610 IF RW=0 THEN JI2=JI2 OR &B100000:GOTO 650
620 IF RW=2 THEN JI2=JI2 OR &B1000000:GOTO 650
630 IF RW=1 THEN JI2=JI2 OR &B1100000:GOTO 650
640 EC=1:RETURN
650 JI$=HEX$(JI1)+HEX$(JI2):RETURN
```

210〜230行のルーチンは変換を実行した後で，実際に漢字VRAMへそのデータをOUTするものである。**図3-3**にあるように，左側/右側の指定なども行なっていることに注意である。

図3-3　漢字VRAMの各ビットの機能

さらに表示するのである

②のグラフィックに表示する場合をやるのである。これはX1とturboの場合に分かれるのであるが，turboの場合は，第2章でやった「CG（漢字ROM）の読み出し」を実行した後で，そのデータをグラフィックに書き込んでしまえばよいわけであるから，さっさとX1の場合に行ってしまうわけである。

X1における漢字ROMといえば，CZ-8KR，CZ-8BK2である（X1F/Gのmodel 20には標準で内蔵している）。で，そいつのアクセス方法が主題になるわけだったりする。

漢字ROMの読み出しは**リスト3-4**である。これはJISコードを入力して，対応する漢字を画面の左上に表示するプログラムである。説明すると，

120〜140行：JISコードを入力し，1バイト目（JI1）と2バイト目（JI2）に分離する。

150〜170行：に0をOUTする。

リスト3-4　X1用漢字ROM読み出しプログラム

```
100 INIT:PALET 1,7:CLS4
110 '
120 LOCATE 0,5:INPUT JI$          :'INPUT JIS CODE
130 JI1=VAL("&H"+LEFT$(JI$,2))    :'JIS HIGH
140 JI2=VAL("&H"+RIGHT$(JI$,2))   :'JIS LOW
150 OUT &HE80,JI1
160 OUT &HE81,0
170 GOSUB 330    :'READ 2 BYTE FROM ROM
180              :'GET R1 (FROM TABLE)
190 '
200 R=R1*&H100+(JI2-&H20)*&H10
210 OUT &HE82,0
220 OUT &HE80,ASC(LEFT$(MKI$(R),1)):'SET LOW ADDR.
230 OUT &HE81,INT(R/256)           :'SET HIGH ADDR.
240 FOR I=0 TO 15
250   GOSUB 330 :'READ 2 BYTE FROM ROM
260   LP=R1:RP=R2
270   IF I<8 THEN AD=&H4000+I*&H800 ELSE AD=&H4050+(I-8)*&H800
280   OUT AD,LP:OUT AD+1,RP       :'DRAW PATTERN
290 NEXT
300 GOTO 120     :'LOOP
310 '
320 'READ FROM ROM
330 OUT &HE82,1
340 R1=INP(&HE80)
350 R2=INP(&HE81)
360 OUT &HE82,0
370 RETURN
```

これにより，「漢字ROM内のテーブル」を使って，本当の「漢字パターンのROM内アドレス」が分かるのである。これについては，**表3-1**を見ていただきたい。これは参考文献1からの引用である。

結局そのようにして得られたROM内アドレス（200行の変数R）を，もう一度$E80_H$，$E81_H$番地に指定し，漢字パターンの読み出しにかかるのが，210〜290行である。一度に読み出すのは2バイトで，それが16×16の漢字の横1ラインになる。結局それを16回繰り返すことによって，めでたく一つの漢字のパターンとなるのである。なお，270行，280行

表 3-1　漢字 ROM (CZ-8KR, 8KR2)の I/O ポート

I/Oアドレス	入出力	機　　　　能
0E82H	出　力	00H出力……ROMからのデータ読み出し終了 01H出力……ROMからのデータ読み出し開始
0E81H 0E80H	入出力	I/O(0E81H)←00H I/O(0E80H)←JIS漢字コード上位バイト　}のとき データ読み出し時には, I/O(0E81H)からは00H I/O(0E80H)からはROM内アドレス上位バイト が得られる。
		I/O(0E81H)←ROMアドレス上位バイト(≒00H) I/O(0E80H)←ROM内アドレス下位バイト　}のとき データ読み出し時には, I/O(0E81H)からは，右部分フォントパターン16バイト分 I/O(0E80H)からは，左部分フォントパターン16バイト分 が得られる。

は簡便にグラフィックの漢字を表示するためのルーチンである。

ところで，先に言っておくが，機械語で漢字 ROM にアクセスする場合は，E82Hへ 01Hを OUT してからデータを読み始めるまでの間（リスト 3-4 の 335 行にあたる）に 3 μs 以上ウエイトが必要ということになっている（リスト 3-5 参照)。

というところで，駄目押しとして，漢字 ROM にアクセスする機械語プログラムが**リスト 3-5** で，それを BASIC から使っているのが**リスト 3-6** である。当然なことであるが turbo では動かない。

リスト 3-5　機械語で漢字 ROM にアクセス

```
                                  .Z80
                                  .PHASE   0FE00H
                          ;
                          ;KANJI PATTERN READ
                          ;DE -> JIS-HIGH,JIS-LOW
FE00    EB                START1: EX       DE,HL
                          ;
FE01    56                        LD       D,(HL)
FE02    23                        INC      HL
FE03    5E                        LD       E,(HL)
FE04    18 0F                     JR       KREAD
                          ;
                          ;=======================
                          ;KANJI PATTERN DRAW
                          ;DE -> JIS-HIGH,JIS-LOW,X,Y
                          ;!!! X,Y = 16 bits !!!
FE06    EB                START2: EX       DE,HL
                          ;
FE07    56                        LD       D,(HL)
FE08    23                        INC      HL
FE09    5E                        LD       E,(HL)
FE0A    23                        INC      HL
                          ;
FE0B    4E                        LD       C,(HL)
FE0C    23                        INC      HL
FE0D    46                        LD       B,(HL)
FE0E    23                        INC      HL        ;GET X
                          ;
FE0F    7E                        LD       A,(HL)
FE10    23                        INC      HL
FE11    66                        LD       H,(HL)    ;GET Y
FE12    6F                        LD       L,A
```

```
                                ;
FE13    18 16                           JR      KDRAW
                                ;
                                ;***************************
                                ;DE=JIS CODE:D=HIGH,E=LOW
                                ;READ KANJI PATTERN
                                ;
FE15    CD FE6F                 KREAD:  CALL    SETROM
                                ;
FE18    21 FED0                         LD      HL,PATA ;PATTERN AREA
FE1B    3E 10                           LD      A,16
FE1D    08                      KREADL: EX      AF,AF'  ;SAVE COUNTER
FE1E    CD FE8F                         CALL    RROM
FE21    72                              LD      (HL),D  ;GET LEFT
FE22    23                              INC     HL
FE23    73                              LD      (HL),E  ;GET RIGHT
FE24    23                              INC     HL
FE25    08                              EX      AF,AF'  ;CHECK COUNT
FE26    3D                              DEC     A
FE27    C2 FE1D                         JP      NZ,KREADL
FE2A    C9                              RET
                                ;
                                ;DE=JIS CODE:D=HIGH,E=LOW
                                ;BC=X,HL=Y
                                ;DRAW KANJI PATTERN
                                ;
FE2B    D5                      KDRAW:  PUSH    DE      ;SAVE JIS CODE
FE2C    CD FEA3                         CALL    XYADDR  ;GET VRAM
FE2F    44                              LD      B,H
FE30    4D                              LD      C,L     ;COPY ADDR.
                                ;BC=G.ADDR.
FE31    D9                              EXX
FE32    D1                              POP     DE      ;GET JIS
FE33    CD FE6F                         CALL    SETROM
                                ;
FE36    01 0E82                         LD      BC,0E82H
FE39    D9                              EXX
                                ;
FE3A    AF                              XOR     A
FE3B    08                              EX      AF,AF'
FE3C    3E 10                           LD      A,16    ;COUNTER
                                ;
FE3E    08                      KDRAWL: EX      AF,AF'
FE3F    D9                              EXX
                                ;BC=0E82H,A=0
FE40    3C                              INC     A
FE41    ED 79                           OUT     (C),A   ;BEGIN READ
FE43    0D                              DEC     C
FE44    0D                              DEC     C
FE45    00                              NOP             ;3 us
                                ;
FE46    ED 78                           IN      A,(C)   ;LEFT
FE48    0C                              INC     C
FE49    D9                              EXX
FE4A    ED 79                           OUT     (C),A   ;DRAW LEFT
FE4C    03                              INC     BC
FE4D    D9                              EXX
                                ;
FE4E    ED 78                           IN      A,(C)   ;RIGHT
FE50    D9                              EXX
FE51    ED 79                           OUT     (C),A   ;DRAW RIGHT
FE53    D9                              EXX
                                ;
FE54    AF                              XOR     A
FE55    0C                              INC     C
FE56    ED 79                           OUT     (C),A   ;END READ
                                ;BC=0E82H,A=0
FE58    D9                              EXX
                                ;BC=G.ADDR.
                                ;DOWN 1 LINE
FE59    0B                              DEC     BC      ;BACK ADDR
FE5A    21 0800                         LD      HL,800H
FE5D    B7                              OR      A
FE5E    ED 4A                           ADC     HL,BC   ;CHECK SIGN FLAG
FE60    F2 FE67                         JP      P,OKDN  ;OK(ONLY BLUE)
                                ;
FE63    21 C850                         LD      HL,4050H-7800H
                                ;IF WIDTH 40
                                ;       LD      HL,4028H-7800H
FE66    09                              ADD     HL,BC
FE67    44                      OKDN:   LD      B,H
```

```
FE68    4D                      LD      C,L
                        ;
FE69    08                      EX      AF,AF'
FE6A    3D                      DEC     A
FE6B    C2 FE3E                 JP      NZ,KDRAWL
                        ;
FE6E    C9                      RET
                        ;
                        ;================================
                        ;DE=JIS
FE6F    7B              SETROM: LD      A,E     ;LOW
FE70    D6 20                   SUB     20H
FE72    6F                      LD      L,A     ;L=LOW-20H
                        ;
FE73    01 0E80                 LD      BC,0E80H
FE76    ED 51                   OUT     (C),D   ;E80 <- JISH
FE78    0C                      INC     C
FE79    AF                      XOR     A
FE7A    ED 79                   OUT     (C),A   ;E81 <- 00H
                        ;
FE7C    CD FE8F                 CALL    RROM    ;GET FROM TABLE
                        ;DE=TABLE VALUE
                        ;
FE7F    26 00                   LD      H,00H
                        ;HL=JIS LOW-20H='TEN'
                        ;
FE81    29                      ADD     HL,HL
FE82    29                      ADD     HL,HL
FE83    29                      ADD     HL,HL
FE84    29                      ADD     HL,HL   ;HL=HL*16
FE85    19                      ADD     HL,DE
                        ;NOW HL=ROM ADDRESS
                        ;
FE86    01 0E80                 LD      BC,0E80H
FE89    ED 69                   OUT     (C),L   ;E80 <- LOW
FE8B    0C                      INC     C
FE8C    ED 61                   OUT     (C),H   ;E81 <- HIGH
FE8E    C9                      RET
                        ;
                        ;READ ROM (JUST 2 BYTES)
FE8F    01 0E82         RROM:   LD      BC,0E82H
FE92    3E 01                   LD      A,1
FE94    ED 79                   OUT     (C),A   ;BEGIN READ
FE96    0D                      DEC     C
FE97    0D                      DEC     C
FE98    00                      NOP             ;3 us
                        ;
FE99    ED 50                   IN      D,(C)   ;LEFT
FE9B    0C                      INC     C
FE9C    ED 58                   IN      E,(C)   ;RIGHT
FE9E    AF                      XOR     A
FE9F    0C                      INC     C
FEA0    ED 79                   OUT     (C),A   ;END READ
FEA2    C9                      RET
                        ;
                        ;
                        ;ADDR=4000H+(X1>>3)+((Y1 & 7)<<11) +(Y1>>3)*80
                        ;ADDR=4000H+(BC/8) +((L AND 7)<<11)+(HL/8) *80
                        ;HL=Y1,BC=X1,BREAKS HL,A,BC,DE
                        ;return HL=addr,A=mask,D=count
                        ;
FEA3    7D              XYADDR: LD      A,L     ;SAVE L
FEA4    CD FEC3                 CALL    DIV8    ;HL=HL/8
                        ;
FEA7    54                      LD      D,H
FEA8    5D                      LD      E,L     ;DE=HL
                        ;
FEA9    29                      ADD     HL,HL   ;
FEAA    29                      ADD     HL,HL   ;80=16*5
FEAB    19                      ADD     HL,DE   ;HL=5
FEAC    29                      ADD     HL,HL   ;10
FEAD    29                      ADD     HL,HL   ;20
FEAE    29                      ADD     HL,HL   ;40
FEAF    29                      ADD     HL,HL   ;80     ;HL=(HL/8)*80
                        ;OR     NOP                     (WIDTH 40)
                        ;
FEB0    E6 07                   AND     07H     ;A=(L AND 7)
FEB2    87                      ADD     A,A
FEB3    87                      ADD     A,A
FEB4    87                      ADD     A,A     ;A=((L AND 7)<<3)
                        ;
```

```
FEB5    C6 40                  ADD     A,040H   ;ADD 4000H
FEB7    57                     LD      D,A
FEB8    1E 00                  LD      E,00H
                       ;DE=4000H+((L AND 7)<<(3+8))
FEBA    19                     ADD     HL,DE    ;LAST 2 & 1ST WERE DONE
FEBB    EB                     EX      DE,HL    ;HDE=HL (SAVE)
                       ;
FEBC    60                     LD      H,B
FEBD    69                     LD      L,C      ;HL=BC
                       ;
FEBE    CD FEC3                CALL    DIV8     ;HL=HL/8
FEC1    19                     ADD     HL,DE    ;BADDR DONE
FEC2    C9                     RET
                       ;HL has result (address),
                       ;
FEC3    CB 3C          DIV8:   SRL     H
FEC5    CB 1D                  RR      L
FEC7    CB 3C                  SRL     H
FEC9    CB 1D                  RR      L
FECB    CB 3C                  SRL     H
FECD    CB 1D                  RR      L
FECF    C9                     RET
                       ;
FED0                   PATA:   DS      32       ;PAT AREA
                       ;
                               END
```

リスト 3-6　BASIC から「リスト 3-5」を使う

```
100 CLEAR &HFE00
110 MEM$(&HFE00,16)=HEXCHR$("EB 56 23 5E 18 0F EB 56 23 5E 23 4E 23 46 23 7E")
120 MEM$(&HFE10,16)=HEXCHR$("23 66 6F 18 16 CD 6F FE 21 D0 FE 3E 10 08 CD 8F")
130 MEM$(&HFE20,16)=HEXCHR$("FE 72 23 73 23 08 3D C2 1D FE C9 D5 CD A3 FE 44")
140 MEM$(&HFE30,16)=HEXCHR$("4D D9 D1 CD 6F FE 01 82 0E D9 AF 08 3E 10 08 D9")
150 MEM$(&HFE40,16)=HEXCHR$("3C ED 79 0D 0D 00 ED 78 0C D9 ED 79 03 D9 ED 78")
160 MEM$(&HFE50,16)=HEXCHR$("D9 ED 79 D9 AF 0C ED 79 D9 0B 21 00 08 B7 ED 4A")
170 MEM$(&HFE60,16)=HEXCHR$("F2 67 FE 21 50 C8 09 44 4D 08 3D C2 3E FE C9 7B")
180 MEM$(&HFE70,16)=HEXCHR$("D6 20 6F 01 80 0E ED 51 0C AF ED 79 CD 8F FE 26")
190 MEM$(&HFE80,16)=HEXCHR$("00 29 29 29 29 19 01 80 0E ED 69 0C ED 61 C9 01")
200 MEM$(&HFE90,16)=HEXCHR$("82 0E 3E 01 ED 79 0D 0D 00 ED 50 0C ED 58 AF 0C")
210 MEM$(&HFEA0,16)=HEXCHR$("ED 79 C9 7D CD C3 FE 54 5D 29 29 19 29 29 29 29")
220 MEM$(&HFEB0,16)=HEXCHR$("E6 07 87 87 87 C6 40 57 1E 00 19 EB 60 69 CD C3")
230 MEM$(&HFEC0,16)=HEXCHR$("FE 19 C9 CB 3C CB 1D CB 3C CB 1D CB 3C CB 1D C9")
240 '
250 WIDTH80:INIT:CLS 4
260 PALET 1,7
270 DEFUSR0=&HFE00
280 DEFUSR1=&HFE06
290 'D$=USR0(HEXCHR$("3E22"))
300 'D$=USR1(HEXCHR$("3E22")+MKI$(10)+MKI$(10))
310 '
320 X=0:Y=0
330 LOCATE 0,0:INPUT "JIS";JIS$
340 IF LEN(JIS$)<>4 THEN 330
350 D$=USR1(HEXCHR$(JIS$)+MKI$(X)+MKI$(Y))
360 X=X+16:IF X>640-16 THEN X=0:Y=Y+16:IF Y>200-16 THEN STOP
370 GOTO 330
```

リスト 3-5 の中には二つのプログラムが入っている。$FE00_H$番地からの START1 は漢字のパターンを，$FEDA_H$番地からの 32 バイトの領域に読み出すサブルーチンである。それに対して，$FE06_H$番地からの START2 は指定された位置（グラフィック）に，漢字を描くルーチンである。このルーチンは手抜きをしてあり，描画は青画面にしかしないようになっている。また，普通に考えるなら，「一旦読み出してから描く」のだろうが，それだと面白くないので，「ROM から読み出しながら描く」方法を取っている。

$FE00_H$～からのルーチンの使い方は，DE レジスタが指しているアドレスから，JIS コードの上位，下位に入っていることが条件である。$FE06_H$～は，さらにその後に X，Y の座標値が入っている必要がある。で，このようにすると BASIC から USR 関数でお手軽に使え

るというわけである。おっと念のために言っておくが，座標として指定するX，YはZ80の16ビット（2バイト）値で，下位，上位の順になっているわけだ。そして，Xの方は，8ビットごとになっている。つまり，（9，0）でも（10，0）でも，（8，0）に表示されてしまうのである。いちいちビットシフトなんかやっていられないのである。

さて，サブルーチンをざっと説明しておく。

SETROM：

DEレジスタに入っているJISコードの漢字パターンを読み出すための設定をする。この部分はリスト3-4の130～230行に相当する部分である。

RROM：

漢字ROMから2バイトだけ読み出すサブルーチン。Dレジスタが左側のパターン，Eレジスタが右側のパターンの相当データを持ってリターンする。$FE98_H$番地のNOPは，その前にある二つの「DEC C」とともに，3μsのウエイトになるわけである。

XYADDR：

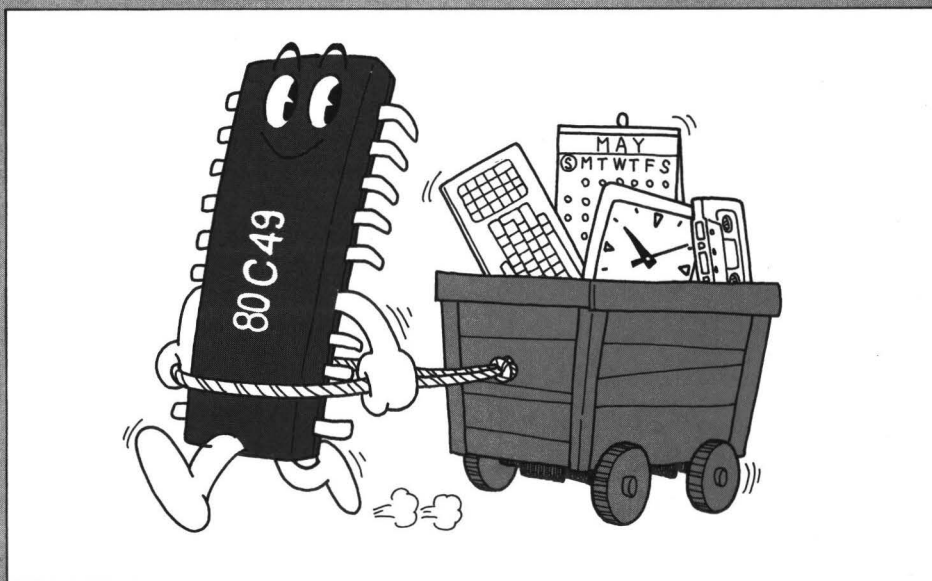
X, Y座標からグラフィックアドレスを求めるサブルーチンである。X座標は8ビットおきに限定しているので，なかなか短くなっている。

というわけであるが，最後に付け加えておくと，$FE59_H$～$FE68_H$のあたりはグラフィックアドレスを1ライン下げるルーチンである。座標を青画面に限定しているので，このよーに短くなっている。

そいでもってリスト3-6を実行すると，JISコードを聞いてくる。で，適当なコードを入れてやるとポコッと表示するわけである。一番気になったのは速度だったのであるが，どうやら非常に速いようである。ただしそれは機械語に入ってからのことで，実際にリスト3-6を走らせてもBASICの部分がどうしようもなく遅いのであった。困ったことよ。

以上，漢字について一とおりやったわけである。しかしながら，この章でやったことは最小限のことだけである。理想を言えば，せめて単漢字変換ぐらいやっておきたいわけであるが，ソフト的なことはまったく棚に上げてしまったわけである。

第4章

サブCPU

サブCPUのおかげなのである

第4章
サブCPUのおかげなのである・・・

その存在が意識されることは少ないが，X1では，カセットのコントロール，キーボードからの入力，時計，カレンダーはサブCPUの縄張りになっているのである。てなわけで，この章ではその裏方さんのサブCPUをやるのである。

80C49なのである

まずはサブCPUそのものについて紹介しておこう。X1に使われているサブCPUは，80C48, 80C49という2種類の8ビットワンチップマイコンである。これらの石はインテル社の発表した8048，8049のC-MOS版なので，型番の間に「C」が入っている。ちなみにC-MOSの特徴の一つは消費電力が極めて少ないということである。そのことによってX1の電源がOFFになっていてもサブCPUは生きていて，キーボードからテレビをコントロールできるのである。さもなくばX1は**電気食い虫になり下がってしまう**のである。

それはさておき，80C48，80C49について基礎教養講座を開くのである。

ワンチップマイコンというものは，主に制御用に使われているLSIである。最近では家庭電気器具にマイコンを組み込むのがはやっていて，CMなどでもしょっちゅう自慢しているからおなじみであろう。

ワンチップマイコンには4ビットのものと8ビットのものがある（そのうち技術をもて余したチップメーカーが16ビットや32ビットのものを作るかもしれない)。このビット数の違いは，パソコン用のCPUの8ビット，16ビット，32ビットと同じようなものである。早い話が処理能力が違うのだ。80C48と80C49はめでたいことに8ビットである。うっかり4ビットCPUにキーボードをまかせたりしたら，ゲームをするときの**キー操作がFM-7のように**なっていたかもしれない。鶴亀鶴亀。

さて，80C48と80C49の違いであるが，これら二つのマイコンは基本的に同じなのである。序列は80C49の方が上位（高機能）である。これらのマイコンは，一つのチップの中に，CPU部分と，ROM，RAMを持っていて，基本的にプログラムや定数データはすべてチップ内のROMに入る。いわばクリーンコンピュータの完全な逆なのである。チップ内のRAMは主に変数やワークエリアとして使われる。二つのマイコンの違いはこれらのメモリの容量で，80C48のROM：1Kバイト，RAM：64バイトに対して，80C49ではそれぞれが倍になっている。ただしワンチップマイコンといっても外部にROMやRAMを付けることも可能で，そのようにすれば両方とも同じ性能にまで拡張できるそうである。詳しくは参考文献9を見ていただきたい。

サブCPUの実態なのである

X1でのサブCPUの使われ方は，80C49が本体の中にあり，キーボード，カセットデッキ，カレンダー，時計（μPD1990というLSI）とZ80との間をとりもっている。X1のキーボードの中には80C48が入っており，押されたキーのデータを80C49がシリアル転送している。これは80C48（キーボード）から80C49（本体）への一方通行である。すなわち間に赤外線の送受信装置などを挟めば，かなり簡単にワイヤレスになるはずである。さて，turboのキーボードではちょいと違う。80C48ではなく，80C49が使われているのである。これは「Bモード」なんちゅうものがキーボードに付いたりなどしたため，80C48では処理能力が足りなくなったためだと思われる。

turboでBモードという機能が付いたことからも想像できるように，実は本体内のサブCPUの80C49も，X1とturboでは違うのである。正確に言えば，内部のROM（マスクROM）に書かれているプログラムが違うのである。さらに，turboのmodel 20/30においてはそれだけではなく，データレコーダ(CZ-8RL1)をつなぐための変更もある。8RL1にも80C49が内蔵されており，インテリジェントになっている（確認はしていないが，専用ディスプレイにも入っていると思う）。turboのmodel 20，30のサブCPUは，8RL1の80C49同士とシリアル通信を行なっているのである。これは8RL1をつなぐことができるX1F model 20でも同じことである。すなわち，本体内のサブCPUは，

1） X1 turbo model 20，30，40（II，III，Zも含む）
2） X1 turbo model 10
3） X1F，G model 20
4） その他

の4種で，それぞれ別の仕様になっているのである。もっと細かい部分や型番なども違う可能性があるが，少なくとも上記の4種は機能が違っていることは確かである。8RL1をつなげるようにした部分の変更はZ80側からはまったく見えない。すなわち，サブCPUがその部分の「違い」を完全に吸収しているのである。てなわけで，周辺機器の構成の変化にも対応できる点が，サブCPUを使うメリットでもあるのだ。

さあて，使い方である

サブCPUを使うには基本的に2とおりの方法がある。それはサブCPUからデータを受け取るか，それともサブCPUにデータを渡すかの違いである。ただし，どちらの場合でも最初はZ80から80C49へコマンドを送ってやらなければならない。80C49はそのコマンドを見て，自分がデータをZ80に送るのか，それともZ80からデータを受け取るのかを判断するのである。なお，それぞれの場合の受け渡しをするデータ数（バイト数）も決まっているので，その数を守らないと正常な動作をしなくなってしまうので注意が必要である。というところで**表4-1**にサブCPUのコマンド表を示す。

表 4-1　サブ CPU コマンド一覧

コマンド	動　　作	データ転送方向	データ数(バイト数)	備　　考
E3$_H$	ゲームキーデータ読み出し	Z80←80C49	3	turboのみ。キーボードのモードがAならデータは00$_H$
E4$_H$	キー入力割り込みベクタセット	Z80→80C49	1	ベクタを00$_H$にすると，割り込みは起きない
E6$_H$	キーデータ読み出し	Z80←80C49	2	データはファンクション部，ASCIIコードの順
E7$_H$	TVコントロール	Z80→80C49	1	特になし
E8$_H$	TVコントロール読み出し	Z80←80C49	1	TVに最後に送られたコードを読み出す
E9$_H$	カセットデッキコントロール	Z80→80C49	1	データは，CMT=～に対応
EA$_H$	カセットデッキ状態読み出し	Z80←80C49	1	データは，～=CMTに対応
EB$_H$	カセットセンサー読み出し	Z80←80C49	1	データは，～=CMT(△)に対応
EC$_H$	カレンダーセット	Z80→80C49	3	特になし
ED$_H$	カレンダー読み出し	Z80←80C49	3	特になし
EE$_H$	時計セット	Z80→80C49	3	特になし
EF$_H$	時計読み出し	Z80←80C49	3	特になし
D0$_H$～D7$_H$	タイマ(0～7)セット	Z80→80C49	6	特になし
D8$_H$～DF$_H$	タイマ(0～7)読み出し	Z80←80C49	6	特になし

では，例によってサンプルプログラムを使いながら順に解説するのであった。

⓪　サブ CPU と会話するにも礼儀あり

第 0 章の I/O マップを見ても分かるように，サブ CPU との会話は I/O 空間の 1900$_H$番地を使って行なうのである。しかし，ただ単に 1900$_H$番地にデータを IN/OUT すればよいというものではない。サブ CPU にもサブ CPU の都合というものがあり，おのずと礼儀を守らなければならないのである。早い話が 1A01$_H$番地のビット 6 が 1（セットされている）ならば，サブ CPU は「今は忙しいからデータは受け取れません」といっているのである。また同じく 1A01$_H$番地のビット 5 が 1（セットされている）ならば，「今はあんたに渡すデータはないです」と言っているのである。すなわち，

1A01$_H$番地のビット 6

0 ならば Z80 → 80C49 へ 1 バイト

1 ならばダメ

1A01$_H$番地のビット 5

0 ならば 80C49 → Z80 へ 1 バイト

1 ならばダメ

なのである。

そこで**リスト 4-1** を見ていただきたい私なのである。このプログラムを打ち込み間違った場合は暴走したり，キー入力が受け付けられなくなったりするので，実行前に一度 SAVE しておくことをお勧めする。さて，このプログラムはオール BASIC である。やっていることはカレンダー（日付）の読み書きなのである。問題の焦点の 80C49 とのデータのやりとりは，

400～430 行が Z80 → 80C49

リスト 4-1　オール BASIC 版サブ CPU アクセスルーチン

```
100 DATE$="99/02/23"
110 D$=CHR$(&HED)+"...":'GET DATE$
120 GOSUB"GET-DATA"
130 GOSUB"DISPHEX":PRINT
140 '
150 D$=CHR$(&HEC,&H85,&H93,&H18):'DATE$="85/09/18" and WED
160 GOSUB"SET-DATA"
170 END
180 '
190 LABEL"DISPHEX"
200 FORI=2TOLEN(D$)
210   D=ASC(MID$(D$,I,1)):PRINT HEX$(D),
220 NEXT:RETURN
230 '
240 LABEL"GET-DATA"
250 D=ASC(LEFT$(D$,1))
260 GOSUB"Z80->80C49"       :'SET COMMAND
270 FORI=2TOLEN(D$)
280   GOSUB"80C49->Z80"
290   MID$(D$,I,1)=CHR$(D)
300 NEXT:RETURN
310 '
320 LABEL"SET-DATA"
330 D=ASC(LEFT$(D$,1))
340 GOSUB"Z80->80C49"       :'SET COMMAND
350 FORI=2TOLEN(D$)
360   D=ASC(MID$(D$,I,1))
370   GOSUB"Z80->80C49"
380 NEXT:RETURN
390 '
400 LABEL"Z80->80C49"
410 WHILE INP(&H1A01) AND &H40:WEND:'WAIT
420 OUT&H1900,D                    :'SET 1 BYTE
430 RETURN
440 '
450 LABEL"80C49->Z80"
460 WHILE INP(&H1A01) AND &H20:WEND:'WAIT
470 D=INP(&H1900)                  :'GET 1 BYTE
480 RETURN
```

450〜480 行が 80C49 → Z80

である。ラベルそのものだから別に説明する必要もないのであった。

プログラムではサブ CPU とのやりとりで代表的な二つの形式を示している。まず，100〜130 行がデータ入力である。これは，まずサブ CPU にコマンド ED_H を渡して，「カレンダーのデータをちょーだい」と言うのである。サブ CPU は ED_H というコマンドを受け取ると，「よっしゃよっしゃ」と言って 3 バイトのデータを送ってくれる。110 行の〝...″はその 3 バイトのデータを受け取るためのダミーである。

次に 150〜160 行がカレンダーのセットである。最初の EC_H が，「これからカレンダーをセットするぞ」という意味のコマンドである。サブ CPU はこのコマンドを受け取ると，またもや「よっしゃよっしゃ」と言って 3 バイトのデータを要求してくるのである。そこで，150 行の&H85，&H93，&H18 の 3 個を渡してやるのである。

このサンプルから分かるようにサブ CPU との交信には，

① **タイプ 1**

1 バイトのコマンドを 80C49 へ送る。

その後 80C49 が数バイトのデータを送ってくる。

② タイプ2

1バイトのコマンドを80C49へ送る。

その後80C49がさらに数バイトのデータを要求する。

の2とおりがあるのだ。①を240〜300行のサブルーチン，②を320〜380行のサブルーチンで行なっている。

補足するが，100行では読み出しがいがあるようにデタラメな日付をカレンダーにセットしている。190〜220行のサブルーチンはD$の中身の表示である。

というところで，いきなり凶器攻撃である。実はこのプログラムはぜんぜん正しくないのだ。170行を「GOTO 110」にしてループさせ，BREAK キーだけをハイパーオリンピック的にパシパシと叩くと，やがてBASICが止まってしまうのである。実はこれはキー割り込みのせいなのである。そこで機械語を使った正しいサブルーチンを示さねばなるまい。**リスト4-2**が240〜480行と同じことをするプログラムのアセンブルリストである。以後のサンプル（リスト4-4，5，6，7，9）では100〜170行でこの機械語サブルーチンを使うことになる。

リスト4-2　サブCPUアクセスルーチン

```
                                .Z80
                                .PHASE  0E000H
                        ;
E000    C3 E006                 JP      TO49
E003    C3 E01D                 JP      FM49
                        ;
E006    FB              TO49:   EI
E007    EB                      EX      DE,HL
E008    56                      LD      D,(HL)   ;A=COMMAND
E009    23                      INC     HL       ;INC POINTER
E00A    58                      LD      E,B      ;COPY COUNTER
E00B    CD E034                 CALL    SEND1    ;SEND COMMAND
E00E    CD E046                 CALL    CANW     ;CAN SEND?
E011    F3                      DI
E012    1D                      DEC     E        ;DEC COUNTER
                        ;
E013    56              TO49LP: LD      D,(HL)   ;GET DATA
E014    CD E034                 CALL    SEND1    ;SEND 1 BYTE
E017    23                      INC     HL       ;INC POINTER
E018    1D                      DEC     E        ;DEC COUNTER
E019    20 F8                   JR      NZ,TO49LP
E01B    FB                      EI
E01C    C9                      RET
                        ;
E01D    FB              FM49:   EI
E01E    EB                      EX      DE,HL
E01F    56                      LD      D,(HL)   ;A=COMMAND
E020    23                      INC     HL       ;INC POINTER
E021    58                      LD      E,B      ;COPY COUNTER
E022    CD E034                 CALL    SEND1    ;SEND COMMAND
E025    CD E046                 CALL    CANW     ;CAN SEND?
E028    F3                      DI
E029    1D                      DEC     E        ;DEC COUNTER
                        ;
E02A    CD E03D         FM49LP: CALL    GET1     ;RECEIVE DATA
E02D    72                      LD      (HL),D   ;STORE DATA
E02E    23                      INC     HL       ;INC POINTER
E02F    1D                      DEC     E        ;DEC COUNTER
E030    20 F8                   JR      NZ,FM49LP
E032    FB                      EI
E033    C9                      RET
```

```
                               ;
E034      CD E046              SEND1:  CALL     CANW      ;SUB-CPU READY?
E037      01 1900                      LD       BC,1900H
E03A      ED 51                        OUT      (C),D     ;SEND DATA
E03C      C9                           RET
                               ;
E03D      CD E050              GET1:   CALL     CANR      ;SUB-CPU READY?
E040      01 1900                      LD       BC,1900H
E043      ED 50                        IN       D,(C)     ;GET DATA
E045      C9                           RET
                               ;
E046      01 1A01              CANW:   LD       BC,1A01H
E049      ED 78                CANWLP: IN       A,(C)
E04B      E6 40                        AND      40H
E04D      20 FA                        JR       NZ,CANWLP
E04F      C9                           RET
                               ;
E050      01 1A01              CANR:   LD       BC,1A01H
E053      ED 78                CANRLP: IN       A,(C)
E055      E6 20                        AND      20H
E057      20 FA                        JR       NZ,CANRLP
E059      C9                           RET
                               ;
                                       END
```

リスト 4-3　正しいサブ CPU の使い方

```
100 CLEAR&HDFFF
110 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE003
120 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("C3 06 E0 C3 1D E0 FB EB 56 23 58 CD 34 E0 CD 46")
130 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("E0 F3 1D 56 CD 34 E0 23 1D 20 F8 FB C9 FB EB 56")
140 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("23 58 CD 34 E0 CD 46 E0 F3 1D CD 3D E0 72 23 1D")
150 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("20 F8 FB C9 CD 46 E0 01 00 19 ED 51 C9 CD 50 E0")
160 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("01 00 19 ED 50 C9 01 01 1A ED 78 E6 40 20 FA C9")
170 MEM$(&HE050,10)=HEXCHR$("01 01 1A ED 78 E6 20 20 FA C9")
180 '
190 DATE$="99/02/23"
200 D$=CHR$(&HED)+"...":'GET DATE$
210 DUMMY$=USR1(D$)
220 GOSUB"DISPHEX":PRINT
230 '
240 D$=CHR$(&HEC,&H85,&H93,&H18):'DATE$="85/09/18" and WED
250 DUMMY$=USR0(D$)
260 END
270 '
280 LABEL"DISPHEX"
290 FORI=2TOLEN(D$)
300  D=ASC(MID$(D$,I,1)):PRINT HEX$(D),
310 NEXT:RETURN
```

ここで，当然のことのようにリスト 4-2 を解説するのであった。使い方は**リスト 4-3** を見れば分かると思うが，念のために言うと，

　E000$_H$がタイプ 1（全部 Z80 → 80C49）

　E003$_H$がタイプ 2（最初の一つ以外は 80C49 → Z80）

のそれぞれエントリーである。DE レジスタにコマンドとデータ部分へのポインタを，B レジスタのその両方を合わせたバイト数を入れて CALL すればよい。これは BASIC で USRn (△ $) を実行したときにセットされるレジスタの内容に合わせているので，リスト 4-3 のように手軽に使えるのである。タイプ 1，タイプ 2 両方とも処理の流れは同じようなものであるから，タイプ 1 についてだけ処理を追ってみる。

まず E000$_H$でいきなり「TO49」へジャンプしてしまう。つまりそこが本当の始まりなのだ。最初に EI で割り込みを許可している。一見無意味のようだが，これには深い背景

と，私の一晩の苦しみが込められているのだ。X1では動作中ほとんどの場合において割り込みが許可（つまりEI）されているのだが，これは主にキー入力のためである。さて，前にも書いたように，そのキー入力による割り込みもサブCPUによって行なわれているのだ。このことからも分かるように，サブCPUと（キー割り込み以外のことで）交信しようとする場合は，割り込みを禁止（DI）しておかなければならないのだ。だが，そのタイミングは凶悪そのものである。すなわち，リスト4-2にもあるように，最初のコマンドを送った後，サブCPUが「またデータを送ってもいいよ」と言うまで割り込みを禁止してはいけないのだ。これはタイプ1，タイプ2の両方について言えることである。私はこれを発見するのに一晩かかってしまった。最後にはとうとう仕方なくHuMonitorを解析して謎が解けたのである。この取り決めを守らないと，リスト4-1でのBREAKキーの速押しなどで動作がその筋してしまうのである。この点のほかは，RETする前にEIを実行する点以外に特に説明を必要とする部分はないと思う。しかし，縁起ものだから一応言っておくが，それぞれのルーチンは，

- SEND1 ：80C49からOKサインが出るまで待って1バイト送る
- GET1 ：80C49からOKサインが出るまで待って1バイト受け取る
- CANW ：80C49へデータを送れるようになるまで待つ
- CANR ：80C49からデータを受け取れるようになるまで待つ

となっている。BASICからUSR命令で呼び出す分にはかなり便利だろうと思う（実はBASICのIOCS中にはもっと便利なサブルーチンがあるのだが，それを使うのは軟弱であるという私の独断により，一切無視するのであった）。

では，具体的にそれぞれのコマンドについて解説を始める。

① E3H（turboのゲームキー読み取り）

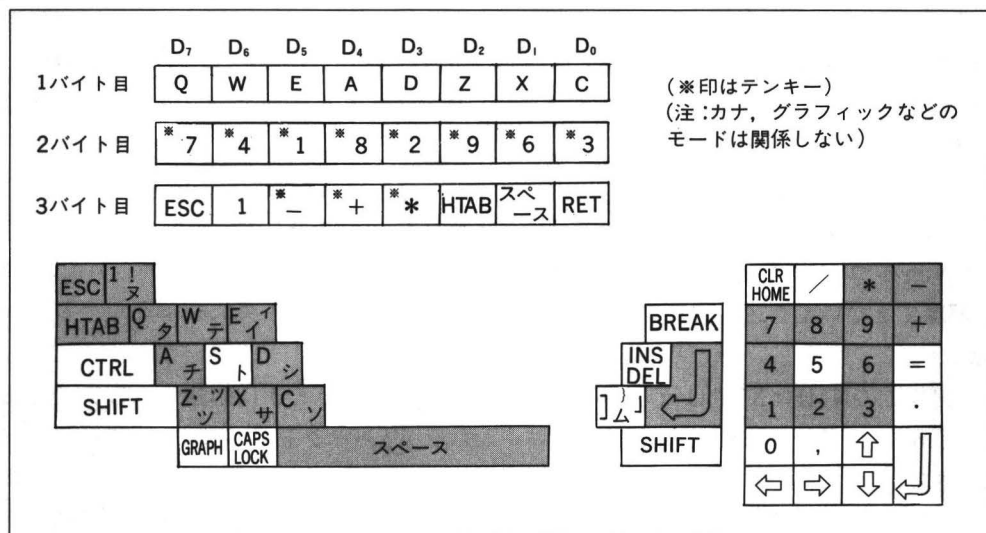
これはturboのキーボードのスイッチを，「B」にしたときに発動される秘密兵器である。簡単に言ってしまえば24個のキーを（ほとんど）同時にリアルタイムに読み出せるのである。24個のキーは固定で，テンキーとメインキーのSを中心としたQ～Cの8個，およびその周辺のキーである。具体的にどのキーかということは，**図4-1**を見ていただきたい。

次のサンプルプログラムは**リスト4-4**である。100～170行はリスト4-3のものを流用していただきたい。230～250行は後程説明する。このプログラムではBIN$を使って，押されたキーに対応するビットを1にして表示する。ループにしてあるのでリアルタイムに変化する様子をながめていただきたい。充分味わったなら，キーボードのスイッチを「A」にしていただきたい。何を押しても全部0のままのはずである。すなわちキーボードがモードAのときは何を押しても0が返ってくるのだ。

② E4H（キー入力割り込みベクトルセット）

出たっ！　とうとう割り込みである。この割り込みというやつはなかなかに面倒臭いので心していただきたい。

まずは一般論である。割り込みというのは，一心不乱に仕事をしている人に電話がかかってくるようなものである。その人は電話のベルを聞くと，今どの仕事のどの部分をやって

図 4-1 ゲームキー配置図

リスト 4-4 キー入力

```
100 CLEAR&HDFFF
110 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE003
120 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("C3 06 E0 C3 1D E0 FB EB 56 23 58 CD 34 E0 CD 46")
130 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("E0 F3 1D 56 CD 34 E0 23 1D 20 F8 FB C9 FB EB 56")
140 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("23 58 CD 34 E0 CD 46 E0 F3 1D CD 3D E0 72 23 1D")
150 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("20 F8 FB C9 CD 46 E0 01 00 19 ED 51 C9 CD 50 E0")
160 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("01 00 19 ED 50 C9 01 01 1A ED 78 E6 40 20 FA C9")
170 MEM$(&HE050,10)=HEXCHR$("01 01 1A ED 78 E6 20 20 FA C9")
180 '
190 D$=CHR$(&HE3)+"...":'READ GAME KEY
200 DUMMY$=USR1(D$)
210 GOSUB"DISPBIN"
220 '
230 D$=CHR$(&HE6)+"..":'READ NORMAL KEY
240 DUMMY$=USR1(D$)
250 GOSUB"DISPHEX":PRINT
260 GOTO190
270 END
280 '
290 LABEL"DISPBIN"
300 FORI=2TOLEN(D$)
310   D=ASC(MID$(D$,I,1)):PRINT RIGHT$("0000000"+BIN$(D),8),
320 NEXT
330 RETURN
340 '
350 LABEL"DISPHEX"
360 FORI=2TOLEN(D$)
370   D=ASC(MID$(D$,I,1)):PRINT HEX$(D),
380 NEXT
390 RETURN
```

いたかを覚えておいて，電話を取るわけである。なぜ覚えておくかというと，電話が済んだ後で元の仕事に遅滞なく戻るためである。コンピュータの場合も同じようなもので，CPU は「それフェッチしてきたぞ。なになに 3E$_H$だと，よっしゃ，もう 1 バイト持ってきて A レジスタにぶち込めばよいのだな。そうれっ！　次は何だ？　おっと C3$_H$だぜ。今日はジャンプが多いなぁ」などとつぶやきつつ，一心不乱に仕事をしているのである（たぶん）。この CPU に電話，じゃない，割り込みをかけるには，CPU からムカデ状に出ている足に電圧をかけてやればよいのである。Z80 の場合は割り込み用の足を 2 本持っている。16

番ピンと17番ピンで，おのおの$\overline{\mathrm{INT}}$，$\overline{\mathrm{NMI}}$と呼ばれている。上に横棒（$\overline{\text{こんなやつ}}$）が付いているのは，「0ボルトになると効きまーす」という意味なのだ。だから，このピンを0ボルト（つまりLow）にすると，CPUに割り込みがかかるのである。$\overline{\mathrm{NMI}}$の方は例のリセットキーである(IPLじゃない方)。こいつは実に我儘で，Z80はこの割り込みに対して拒否権がないのである。すなわち，

　　Non Maskable Interrupt

なのだ。Maskには「邪魔をする」という意味がある。Maskableで「邪魔できる」。それにNonがついて「邪魔できない」。最後のInterruptは「割り込み」そのものだから，結局「邪魔できない割り込み」ということになる。う〜ん，いきなり英文読解をしてしまった。

実はこの$\overline{\mathrm{NMI}}$はX1ではほとんど意味がないので，暇なときに勉強すれば充分である。もっと大事なのが$\overline{\mathrm{INT}}$で，これがキー入力割り込みベクトルに関係してくる。

さて，この$\overline{\mathrm{INT}}$の足がLowにされると割り込みがかけられるわけであるが，こっちに対してならZ80は拒否権を持っている。先程も出てきたDIである(電話の受話器を外しておくようなもの)。Z80がこの命令を実行すると，「わしゃ，$\overline{\mathrm{INT}}$がどーなろうとも知らんもんね」を決め込むのである。これの逆がEIで，これを実行すると，「私はどんな割り込みでも受けるっ！」となる。ただし正確にはEIの次の命令の実行後である。つまり，

```
EI
RET
```

という命令が並んでいると，RET命令でサブルーチンからリターンした後で割り込みを受け付けるようになるのである。

それはさておき，こっちの割り込みには3種類があり，Z80が自由に選択できるのだ。それぞれモード0，モード1，モード2と呼ばれる（具体的には「IM　0」，「IM　1」，「IM　2」という見慣れない命令による）。このうちモード0とモード1は8080コンパチなモードである。そして実にセコイのだ。当然のごとくX1ではそんなものは使わないのである。よって，これらの二つのモードについても暇なときに勉強すればよい。というところで，$\overline{\mathrm{INT}}$のモード2の，割り込みにやっとたどりついた私であった。

知る人ぞ知る隠れレジスタというのがZ80にある。FレジスタとIレジスタとRレジスタである。このうちIレジスタ(インタラプトレジスタ)というのがモード2の割り込みでは主役の一人である。これは8ビットのレジスタである。

モード2の割り込みが発生すると，Z80はおもむろにこのIレジスタを見るのだ。次に割り込み源（誰だっ！俺の$\overline{\mathrm{INT}}$をLowにしたやつは？）からも1バイトのデータを受け取るのだ(これを割り込みベクトルもしくは割り込みベクタという)。次にZ80はIレジスタを上位，割り込みベクトルを下位とする2バイトの数字を作り出し，それをアドレスとみなして，その番地に何が書いてあるかを見るのである（見るだけ）。そしてZ80は**そこに書いてあるアドレスへ**サブルーチンコールを起こすのである（正確にはサブルーチンコールではないが，ほとんど同じ）。X1のBASIC（turboは違う）ではIレジスタが00_Hで，キー入力による割り込みベクトルが52_Hである。そこでZ80は0052_H番地からの2バイ

トに格納されているアドレスに飛んでいくのである。つまり，X1のBASICでは，最終的に Z80 は，

PEEK(&H0052)+PEEK(&H0052)＊256=&H0346

に制御を移すのである。ここでZ80の声を聞いてみるのである。

Z80：「おっ！誰でい，誰でい，おいらの$\overline{\text{INT}}$をLowにするやつは。えーと，今の割り込みモードは……ああ，モード2になってら。それに割り込みも許可してあらーな。よしよし，分かったから割り込みベクトルをよこしな。ふうん，52_Hねぇ。まあいいだろう。さてと，Iレジスタの方はっと……00_Hねぇ。となると，ちょいと0052_H番地からの2バイトをのぞいてみるとすっか。えーとなになに，0346_Hと書いてあるな。そんじゃちょいと一仕事とくらあ。あらよっ」

となるのであった。

それで結論である。つまりこの$E4_H$というコマンドは，そのキー入力用の割り込みベクトルを設定するものなのだ。今書いたように，X1のBASIC（CZ-8CB01，FB01のVer 1.0，2.0の四つ）ではIレジスタが00_H，キー入力の割り込みベクトルが52_Hである。turbo BASICではIレジスタが$F8_H$，キー入力の割り込みベクトルが$1A_H$である。

そこで**リスト4-5**のサンプルプログラムを見ていただきたい。これはCB01，FB01用で，turbo BASICでは動かない。このプログラムは，キー入力ベクトルを変えて，0052_Hではなく0054_H番地を参照するようにしている。そこにはE060$_H$を書き込んであるので，結局何かキーを押すと，Z80はE060$_H$に飛んでくることになる。E060$_H$で手ぐすね引いて待っているのは200，210行にある機械語プログラムである。最後にある「00 30」は変数エリアで，このI/Oアドレスの所へ65_H（200行の中程にある）をOUTし，変数を一つ増やして（たとえば3000_H→3001_H）から本当のキー入力ルーチンの3046_H番地に飛んでいる。要するにこのプログラムを1回走らせて「OK」が出ると，それ以後何かキーを押すたびに画面に「e」が1個ずつ現れるのだ。正確には，キーを離したときにもキー割り込みが起きるので，ポンと1回キーを押すと「ee」と現れる。変数エリアにある3000_Hはそのたびに増加するので，しばらく続けるとグラフィックRAMに65_Hを書き込み始めることになり，青い点線が画面をトコトコ走るであろう。書き込みアドレスを「00 30」ではなく，最初から「00 40」にしておくという手もある。打ち間違いがあると当然キー入力ができなく

リスト4-5　キー割り込みにオジャマ

```
100 CLEAR&HDFFF
110 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE003
120 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("C3 06 E0 C3 1D E0 FB EB 56 23 58 CD 34 E0 CD 46")
130 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("E0 F3 1D 56 CD 34 E0 23 1D 20 F8 FB C9 FB EB 56")
140 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("23 58 CD 34 E0 CD 46 E0 F3 1D CD 3D E0 72 23 1D")
150 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("20 F8 FB C9 CD 46 E0 01 00 19 ED 51 C9 CD 50 E0")
160 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("01 00 19 ED 50 C9 01 01 1A ED 78 E6 40 20 FA C9")
170 MEM$(&HE050,10)=HEXCHR$("01 01 1A ED 78 E6 20 20 FA C9")
180 '
190 POKE&H54,&H60,&HE0
200 MEM$(&HE060,16)=HEXCHR$("F5 C5 ED 4B 74 E0 3E 65 ED 79 03 ED 43 74 E0 C1")
210 MEM$(&HE070,6) =HEXCHR$("F1 C3 46 03 00 30")
220 '
230 INIT
240 D$=CHR$(&HE4,&H54):'SET KEY VECT.
250 DUMMY$=USR0(D$)
```

なったりするので，リセットスイッチの助けを借りること。

③　E6H（キーデータの読み出し）

X1では普通キー入力には割り込みを使うわけだが，別にその方法に限定されているわけではないのである。割り込みを使わずにキーを読むには，サブCPUにE6Hを送った後2バイトのデータを受け取ればよい。データの内容は**図4-2**に示すように，最初の1バイトがファンクション部と呼ばれるもので，早い話がBASICのINKEY$(2)と同じである。次に受け取る1バイトがASCIIコードそのものである。リスト4-4の230〜250行がサンプルである。このプログラムは割り込みと共存しており，[BREAK]キーを押すとBASICが一瞬停止するので，その状態を見ることはできない。[SHIFT]+[BREAK]も同様である。

図4-2　キーボードからのデータの内容

1バイト目	2バイト目
ファンクション部	ASCIIコード

ファンクション部のデータ

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
T	P	R	G	L	K	S	C

ビット	得られる情報
T	テンキー部からの入力……………… 0:有／1:無
P	キー入力……………………………… 0:有／1:無
R	リピート機能の有無………………… 0:有／1:無
G	[GRAPH] キーの入力………………… 0:有／1:無
L	[CAPS LOCK] キーの入力………………… 0:有／1:無
K	[カ　ナ] キーの入力………………… 0:有／1:無
S	[SHIFT] キーの入力………………… 0:有／1:無
C	[CTRL] キーの入力………………… 0:有／1:無

さて，実はこのファンクション部はX1とturboでは少々違うのである。X1では有効なキーが押されていなければ，ファンクション部は常にFFH（ビットが全部1）なのだが，turboではビット4〜0（図4-2のG〜C）の5ビットが有効なキーが押されていなくともON/OFFするようになっている。たとえばturboで[SHIFT]キーだけを押しても，それを検知できるのだ。確認する方法は簡単で，

```
10  PRINT  ASC(INKEY$(2))
20  GOTO  10
```

をRUNすればよい。キーボードのモードがA，Bいずれでも同じである。この部分は(おそらく唯一の）非コンパチ部分であろう。モードAのときはX1と同じになるようになっていれば天晴だったと思うが，実害はないようなので許してしまうのである。

ところで，当然割り込みを使った場合も示す必要があるが，ちょいと様相が異なるので最後に回すことにする。

④ $E7_H$，$E8_H$（TVコントロール/読み出し）

$E7_H$は大体BASICのCRT，TVPW，CHANNEL，VOLコマンドに対応する。しかしBASICの命令ではサポートされていない機能のチャンネルコール，チャンネルの順/逆送りなども実行できるのである。$E7_H$の次のデータが行なうコントロールを**図4-3**に示す。サンプルプログラムは**リスト4-6**である。これは入力されたデータを16進数とみなして$E7_H$に続けてサブCPUに送るものである。事前にCRTのスイッチを切ってから「⏎」を押すなどして楽しんでいただきたい。このプログラムでは，「.」を入力すると$E8_H$コマンドを使ってサブCPUからデータを受け取り，表示するようになっている。まかり間違っても「$E8_H$コマンドは最後に実行された$E7_H$コマンドで送られたデータを返すだけ」などとは思わな

図4-3　TVコントロールの内容

$E7_H$＋

01_H	音量アップ
02_H	音量ダウン
03_H	音量ノーマル
04_H	チャンネルコール(トグル)(turboのディスプレイCZ-850Dなどのみ)
05_H	TV画面
06_H	音量ミュート(トグル)
07_H	不明。なぜかチャンネルが4になる
08_H	TV/COM画面(トグル)
09_H	チャンネルコール(トグル)(turboのディスプレイCZ-850Dなどは受け付けない)
$0A_H$	スーパーインポーズコントラストノーマル(一気型)
$0B_H$	チャンネル順送り
$0C_H$	チャンネル逆送り
$0D_H$	パワーオフ
$0E_H$	パワーオン/オフ(トグル)
$0F_H$	スーパーインポーズコントラストダウン(一気型)
10_H	チャンネル1
∫	チャンネル2～11
$1B_H$	チャンネル12
$1C_H$	TV画面
$1D_H$	COM画面
$1E_H$	スーパーインポーズコントラストダウン
$1F_H$	スーパーインポーズコントラストノーマル
80_H	TVパワーオン

注● $0A_H$と$1F_H$，$0F_H$と$1E_H$は基本的に同じ動作だが，一気型の方が素早くスーパーインポーズになる。
● 05_Hと$1C_H$の違いは不明。
● 01_H～$1F_H$のデータに80_Hを加えたものは，TVパワーオン後にそれぞれの動作をする。たとえば86_H＝80_H＋06_Hは，TVパワーオン後に音声ミュートする。

リスト 4-6　TV コントロール

```
100 CLEAR&HDFFF
110 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE003
120 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("C3 06 E0 C3 1D E0 FB EB 56 23 58 CD 34 E0 CD 46")
130 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("E0 F3 1D 56 CD 34 E0 23 1D 20 F8 FB C9 FB EB 56")
140 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("23 58 CD 34 E0 CD 46 E0 F3 1D CD 3D E0 72 23 1D")
150 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("20 F8 FB C9 CD 46 E0 01 00 19 ED 51 C9 CD 50 E0")
160 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("01 00 19 ED 50 C9 01 01 1A ED 78 E6 40 20 FA C9")
170 MEM$(&HE050,10)=HEXCHR$("01 01 1A ED 78 E6 20 20 FA C9")
180 '
190 INPUT A$:IF A$="." GOTO 240
200 CODE=VAL("&H"+A$)
210 D$=CHR$(&HE7,CODE):DUMMY$=USR0(D$):BEEP
220 GOTO190
230 '
240 D$=CHR$(&HE8)+"."
250 DUMMY$=USR1(D$)
260 GOSUB"DISPHEX":PRINT
270 GOTO 190
280 '
290 LABEL"DISPHEX"
300 FORI=2TOLEN(D$)
310  D=ASC(MID$(D$,I,1)):PRINT HEX$(D),
320 NEXT:RETURN
```

いように。$E8_H$コマンドは，あくまでサブ CPU から TV に最後に送られたデータを返すのである。もちろん $E7_H$で送られたものもこのうちに入るが，キーボードを使って TV をコントロールした場合（たとえば［SHIFT］+［1］）も TV に送られたデータになるのだ（この場合は 10_Hになる)。さらに TV タイマの実行時間がきて TV コントロールが起こった場合も同様である。この点を心得ておくように。

⑤　$E9_H$，EA_H（カセットデッキコントロール/状態読み出し）

$E9_H$，EA_Hは実に単純明解なことに BASIC の CMT 命令と同じである。マイナーな命令だから知らない人もいるだろうから，そのよーな場合はマニュアルを読んでいただきたい。すなわち，

　$E9_H$は CMT＝××

　EA_Hは○○＝CMT

に対応する。

早い話がこれだけのことなのだが，偶然にも私は X1D の BASIC のマニュアルでは CMT コマンドの説明が違うことを発見してしまった。すなわち X1D では外部テープデッキのリモートの ON/OFF ということになっているのだ。

⑥　EB_H（カセットセンサー読み出し）

これは BASIC の CMT（△）関数に対応している。**図 4-4** と BASIC のマニュアルを見比べていただきたい。なお，例によって X1D の BASIC マニュアルにはこれに対応するものはない。

⑦　EC_H，ED_H（カレンダーセット/読み出し）

BASIC の DATE$，DAY$に相当するものである。データの内容は**図 4-5** に示すような形式になっている。

図にあるように，1 バイト（7 ビット）を上下 4 ビットずつに分けて，それぞれの 4 ビットで 0～9 までの数値（だけ）を指定し，結局 00～99（10 進数）を表現する方法を BCD（2 進化 10 進数）という。なにやら面倒臭いが，早い話 4 ビットなら 0～15 までの数値を

図 4-4　カセットセンスデータの内容

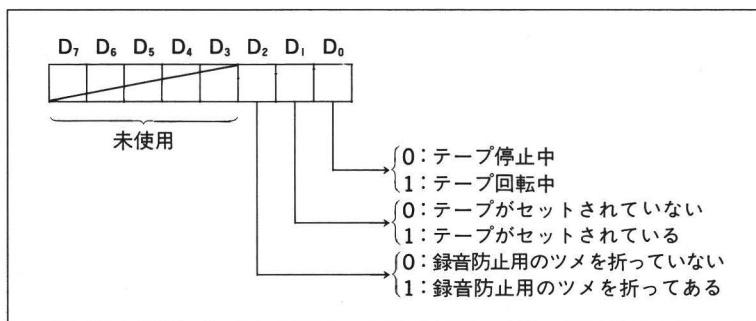
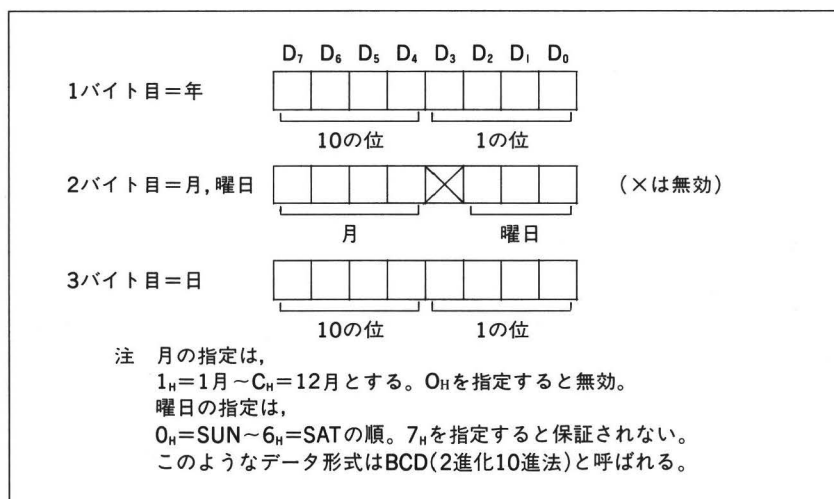



図 4-5　カレンダーデータの内容

表現できるところを 0 ～ 9 に制限して，その代わりに（ある意味で）扱いやすくしようというものである。この場合において最大の利点といえば，サンプル（リスト 4-3）にもあるように「&H」や「HEX$」を使い 16 進数のつもりで 10 進数を扱える点である。以上の説明でも理解できないなら，これでどーだ。

「3 バイトがあるのではなく，4 ビットが 6 組あると思え」

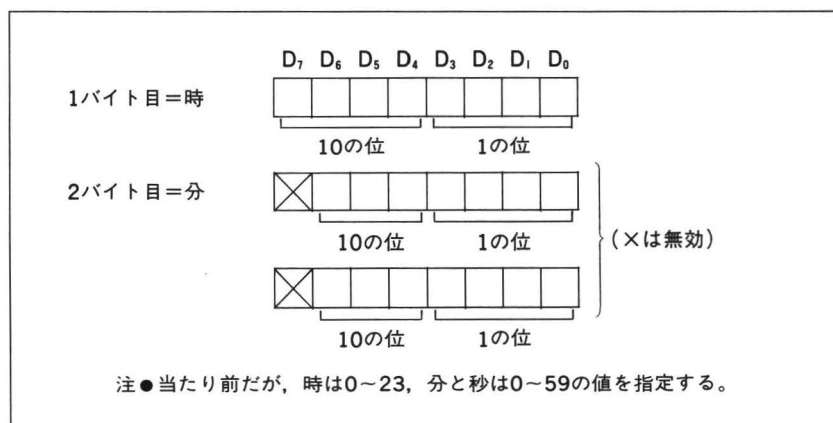
さて，すぐ思いつくのが，「17 月 48 日」などのめちゃくちゃな日付を設定するとどうなるかである。結果は日付がめちゃめちゃになるだけで，特に面白いことは起こらないようである。夜中の 12 時を過ぎると，存在しうる日付に訂正されてしまう。なお，大晦日を過ぎても「年」は増加しない。また，言語道断の悪習，閏年はサポートされていない。

最後に一言注意。日付などは，夜中の 12 時になると，その瞬間に更新されるのではなく，数秒の遅れがあるようである。これを避けるためには，日付を読み出す直前に時計の読み出しをすればよい。そうすれば自動的に日付も時計が示すとおりに更新されるようである。

⑧　EE_H，EF_H（時計セット/読み出し）

BASICのTIME$に相当するものである。形式は**図4-6**に示すとおり。

時，分，秒の数値を範囲を超えて設定しても，たちまち正常な値に訂正されてしまうようである。

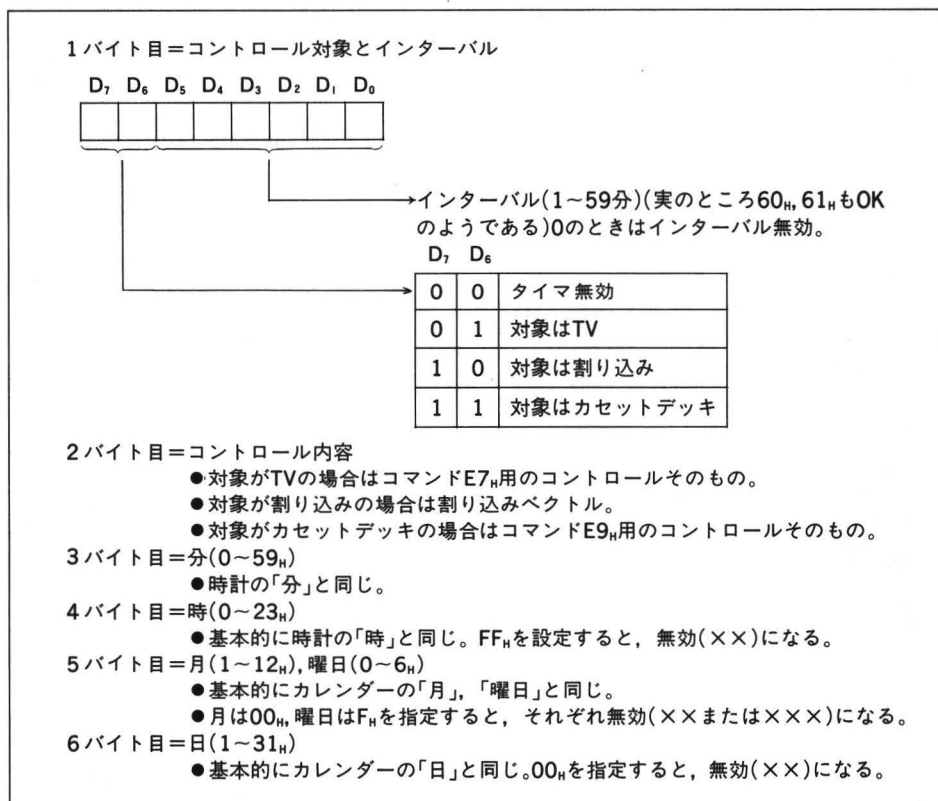
図4-6　時計データの内容

⑨　$D0_H$～$D7_H$，$D8_H$～DF_H（タイマセット/読み出し）

いよいよサブCPUのコマンドも最後である。しかしここで気を抜いてはいけない。なぜかというと，このTVタイマは隠れ機能の宝庫だからなのだ。そのへんは参考文献8が詳しいようである。

まず**図4-7**を見ていただきたい。いきなり出てくる「対象は割り込み」である。そうなのである。このタイマはTVのコントロールだけではなく，割り込みやカセットデッキのコントロールもやってしまうのである。しかも，何に使ってよいやら理解に苦しむインターバル機能まである。では，おもむろに始めよう。

気付いた方もいるだろうが，実はX1のタイマは全部で8個あるのだ。ところがぎっちょん，ASKコマンドなどでタイマ設定モードに入ってもタイマは7個しか表示されない。すなわち，「タイマ0」は隠れタイマなのであった。しかもASKで設定できるのはTVコントロールのみで，さらに挙げ句の果てにはそのコントロールも90_H～$9B_H$および$0D_H$（パワーOFF）だけなのである。インターバルというのは，タイマに設定された時刻がきたらまず普通に（TV OFFなどを）実行し，その後はインターバルに指定された「分」ごとに同じ動作を繰り返すというものである。たとえばインターバルを1分に指定し，動作を音声ミュートにすると，この動作はトグルだから，1分ごとにTVの音が出たり出なくなったりするわけである。いたずらして友達を驚かせようとしているのはあなただけではない。

次にD_7，D_6を見ると，「10」で対象が割り込みとなる。すなわちこの場合は，タイマに設定した時刻になるとサブCPUから割り込みがかけられるのである。もちろんインターバルも有効である。このおいしそうな部分は後程ゆっくりと料理する。D_7，D_6が「11」で対象がカセットテープになる。つまり，設定された時刻になるといきなりテープが回り出すわけである。コントロール内容は$E9_H$で使えるものがすべてOKだから，突然録音状態に突

図 4-7　タイマ設定/読み出しの内容

入するなどという凶悪な事態も存在し得るのである。おーこわ。

そのよーな状態であるから，もし万が一，暴走によって

タイマが異常にセットされた

ならば，ゲームがいきなり止まってしまう，などということがあり得る。そのよーな症状がある場合には次のようなおはらいをしていただきたい。

1) 本体裏面にあるメイン電源スイッチをOFFにする。

2) ポンポンと2回柏手を打つ。

3) メイン電源スイッチをONにする。

以上でサブCPUに設定されたタイマはすべてクリアされる。

先程も書いたように，タイマ0はASKコマンドによるタイマ設定モードにおいても表示されない隠れタイマであるから，そのよーな意味も含めて1か月に一度ぐらいは以上のような**おはらいを励行してもよい**のではないかと思う私であった（タイマLEDがついていないのにやるのもナンだけど)。

というところで，サンプルプログラムは**リスト 4-7**である。やっていることは，まず230行で日付と時刻を9月18日の16時10分55秒にしている。タイマ1は，16時11分に設定されており，動作は08_HのTV/COM画面トグルである。タイマ2は割り込みで，「&H80＋

リスト 4-7　タイマの使い方３態

```
100 CLEAR&HDFFF
110 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE003
120 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("C3 06 E0 C3 1D E0 FB EB 56 23 58 CD 34 E0 CD 46")
130 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("E0 F3 1D 56 CD 34 E0 23 1D 20 F8 FB C9 FB EB 56")
140 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("23 58 CD 34 E0 CD 46 E0 F3 1D CD 3D E0 72 23 1D")
150 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("20 F8 FB C9 CD 46 E0 01 00 19 ED 51 C9 CD 50 E0")
160 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("01 00 19 ED 50 C9 01 01 1A ED 78 E6 40 20 FA C9")
170 MEM$(&HE050,10)=HEXCHR$("01 01 1A ED 78 E6 20 20 FA C9")
180 '
190 POKE &H54,&H60,&HE0:'SET INT. TABLE
200 MEM$(&HE060,10)=HEXCHR$("F5 3E 01 32 70 E0 F1 FB ED 4D")
210 POKE &HE070,0:'INIT INT. FLAG
220 CLS4:WIDTH80
230 DATE$="85/09/18":TIME$="16:10:55"
240 '
250 D$=CHR$(&HD1,&H40,&H8,&H11,&H16,&H9F,&H18):'COM. SCR. ON 16:11:00
260 DUMMY$=USR0(D$)
270 D$=CHR$(&HD2,&H80+1,&H54,&H12,&H16,&H9F,&H18):'INTERRUPT ON 16:12:00
280 DUMMY$=USR0(D$)
290 D$=CHR$(&HD3,&HC0,&H0,&H13,&H16,&H9F,&H18):'EJECT ON 16:13:00
300 DUMMY$=USR0(D$)
310 '
320 D$=CHR$(&HD8+4)+"......":'READ TIMER
330 DUMMY$=USR1(D$)
340 GOSUB"DISPHEX":PRINT
350 '
360 ADR=&HE070:KAISU=0
370 LOCATE 0,1:PRINT TIME$
380 IF PEEK(ADR) THEN POKE ADR,0:KAISU=KAISU+1:'CHECK INT.
390 PRINT KAISU:'ﾜﾘｺﾐ ﾉ ｶｲｽｳ
400 GOTO 370
410 END
420 '
430 LABEL"DISPHEX"
440 FORI=2TOLEN(D$)
450  D=ASC(MID$(D$,I,1)):PRINT HEX$(D),
460 NEXT:RETURN
```

1」となっていることから分かるように，１分のインターバルを指定している。すなわち，16時12分以降１分ごとに割り込みがかけられるわけである。タイマ３はカセットの制御で，16時13分にEJECTが行なわれる。TVコントロールとカセットの制御は見れば分かるだろうから，タイマによる割り込みを少し説明する。割り込みベクトルは54_Hである。すなわち割り込みが発生したら0054_H番地に書かれているアドレスへ飛ぶ。そこで190行では，その飛び先である$E060_H$を書き込んである。実際に割り込みを処理するルーチンは200行にある。実に簡単なプログラムで，

```
PUSH  AF
LD    A, 1
LD    (0E070H), A
POP   AF
EI
RETI
```

となっている。これにより割り込みがかけられると$E070_H$番地に１がセットされる。そこで割り込みが発生したかどうかをチエックするBASICプログラムが360～400行の無限ループである。ずっと$E070_H$番地の内容をPEEKを使って見張っていて，１がセットされたら検知するようにしている。

さて，正しいその筋の読者はここであるアイデアを思いつかなければならない。つまり，「16時12分に割り込みがかかったなら，その割り込み処理ルーチンの中で，時計を16

時11分59秒に設定すれば，その1秒後にまた割り込みがかかるに違いない。時計は狂ってしまうが，分単位ではなく秒単位で割り込みをかけることができる！」。

ところが残念ながら，そうはいかない。時計をしょっちゅう読み出し続けていれば（たとえば，PRINT TIME$の繰り返し）2秒ごとの割り込みなども可能なようだが，さもなくば1分未満の間隔での割り込みは（まともには）無理のようである。

さらに複数のタイマが同時に割り込みを起こす場合もあり得るが，そのような状況に対してはなんらかの優先順位に基づいて，ちゃんとそれぞれ割り込みを起こすようである。

最後になったが，**リスト4-8，4-9**である。リスト4-8はキー割り込みの処理ルーチンのアセンブルリストである。見て分かるように，実はこの場合はキーデータを読み出すのに際して，サブCPUにコマンド$E6_H$を送っても送らなくてもよいのだ。また，turboではRETIする前に，サブCPUに$E3_H$を送ってやればゲームキーも読める。リスト4-9がこのルーチンを使ったサンプルである。割り込みベクトル54_Hを使い，$E060_H$～のルーチンでキー入力を処理している。ESCを押すとベクトルを52_Hにして終わる。BASICでは，バッファを持っていて，キー入力をためておくことができるのだが，このルーチンではそんなことはせずに，$E080_H$番地からの2バイトにファンクション部とASCII部のデータを書き込んでいるだけである。

てなわけであった。いざ自力でオールマシン語のゲームでも作ろうとすると，サブCPUは案外，**避けて通れぬドラゴン**だったりする。この章を嚙みしめて，力一杯その筋していただきたい。

リスト4-8　キー割り込み処理ルーチン

```
                                .Z80
                                .PHASE  0E060H
                        ;
E034                    SEND1   EQU     0E034H
E03D                    GET1    EQU     0E03DH
E080                    KEYSTR  EQU     0E080H
                        ;
E060    F5              INTK:   PUSH    AF
E061    C5                      PUSH    BC
E062    D5                      PUSH    DE
E063    E5                      PUSH    HL
                        ;
                        ;       LD      A,0E6H  ;D=COMMAND
                        ;       CALL    SEND1   ;SEND COMMAND
                        ;
E064    1E 02                   LD      E,2
E066    21 E080                 LD      HL,KEYSTR
E069    CD E03D         DATA2:  CALL    GET1    ;RECEIVE DATA
E06C    72                      LD      (HL),D  ;STORE DATA
E06D    23                      INC     HL      ;INC POINTER
E06E    1D                      DEC     E       ;DEC COUNTER
E06F    20 F8                   JR      NZ,DATA2
                        ;
E071    E1                      POP     HL
E072    D1                      POP     DE
E073    C1                      POP     BC
E074    F1                      POP     AF
E075    FB                      EI
E076    ED 4D                   RETI
                        ;
                                END
```

リスト 4-9　BASIC から「リスト 4-8」を使う

```
100 CLEAR&HDFFF
110 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE003
120 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("C3 06 E0 C3 1D E0 FB EB 56 23 58 CD 34 E0 CD 46")
130 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("E0 F3 1D 56 CD 34 E0 23 1D 20 F8 FB C9 FB EB 56")
140 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("23 58 CD 34 E0 CD 46 E0 F3 1D CD 3D E0 72 23 1D")
150 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("20 F8 FB C9 CD 46 E0 01 00 19 ED 51 C9 CD 50 E0")
160 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("01 00 19 ED 50 C9 01 01 1A ED 78 E6 40 20 FA C9")
170 MEM$(&HE050,10)=HEXCHR$("01 01 1A ED 78 E6 20 20 FA C9")
180 '
190 POKE&H54,&H60,&HE0
200 MEM$(&HE060,16)=HEXCHR$("F5 C5 D5 E5 1E 02 21 80 E0 CD 3D E0 72 23 1D 20")
210 MEM$(&HE070,8) =HEXCHR$("F8 E1 D1 C1 F1 FB ED 4D")
220 MEM$(&HE080,2) =CHR$(0,0):'CLEAR WORK AREA
230 '
240 INIT
250 D$=CHR$(&HE4,&H54):'SET KEY VECT.
260 DUMMY$=USR0(D$)
270 '
280 PRINT RIGHT$("0"+HEX$(PEEK(&HE080)),2),:'PRINT FUNC. PART
290 CODE=PEEK(&HE081)
300 PRINT RIGHT$("0"+HEX$(CODE),2),:'PRINT ASCII PART
310 PRINT#0 CHR$(CODE)              :'DISP CHARACTER
320 IF CODE=&H1B THEN D$=CHR$(&HE4,&H52):DUMMY$=USR0(D$):END:'IF "ESC" END
330 GOTO 280
```

第5章

CTC

CTCは律儀なのである

第5章

CTCは律儀なのである・・・・・・・・・

この章ではCTCをやるのである。CTCとはCounter Timer Circuitの略である。

まず最初に断っておくが，残念なことにNon turboのX1にはCTC，およびSIO，DMAが付いていない。しかし，オプションのCZ-8BM2を付ければ，そのボードにはCTCとSIOが載っているという次第である(CTCはCZ-8BM2以外でも，立体視ボード，FM音源ボードに載っている)。このCZ-8BM2は，RS-232Cが1チャンネルとマウスインターフェイスが付いた，なかなかのボードである。CTCとSIOはそのボードの中で主役を演じているわけであるが，はっきり言って，このボードはturboのCTC，SIO周りの機能とほとんど同じなのである。唯一の違いは，I/Oアドレスである。第0章でも示したが，turboでは，

SIO ＝$1F90_H$～$1F93_H$

CTC＝$1FA0_H$～$1FA3_H$

だったのが，CZ-8BM2では，

SIO ＝$1F98_H$～$1F9B_H$

CTC＝$1FA8_H$～$1FAB_H$

となっただけである。ただしこれは工場出荷時の設定であるから，ショートピンを差し替えればturboとまったく同じアドレスにすることも可能である。念のために**表5-1，5-2**に示しておく。

表5-1 SIOアドレス

アドレス	内　　　容	
$1F90_H$($1F98_H$)	チャンネルA　データポート	IN/OUT
$1F91_H$($1F99_H$)	チャンネルA　制御語	IN/OUT
$1F92_H$($1F9A_H$)	チャンネルB　データポート	IN/OUT
$1F93_H$($1F9B_H$)	チャンネルB　制御語	IN/OUT

表5-2 CTCアドレス

アドレス	内　　　容	
$1FA0_H$($1FA8_H$)	チャンネル0	IN/OUT
$1FA1_H$($1FA9_H$)	チャンネル1(SIOチャンネルA用クロック)	IN/OUT
$1FA2_H$($1FAA_H$)	チャンネル2(SIOチャンネルB用クロック)	IN/OUT
$1FA3_H$($1FAB_H$)	チャンネル3	IN/OUT

そこでどのよーな方針でやるかであるが，まずはCTCの割り込みを使って**「タイムシェアリングもどき」**をやってしまうのである。本当はそんなたいそーなことではなくて，音楽を鳴らすだけなのだが，基本は同じなので大風呂敷を広げて**景気をつけてしまうのである。**

なお，この章では参考文献4があると便利である。

CTCの概略である

Z80 CTCには0番から3番まで，四つのチャンネルがある。ここでいうチャンネルとは，言ってみればそれぞれが独立した時計/カウンタのようなものである(本当は完全に独立しているわけではないのだが)。ざっと説明すると，X1では，これら四つのチャンネルは二つのグループに分かれる。すなわちチャンネル0，3とチャンネル1，2である。

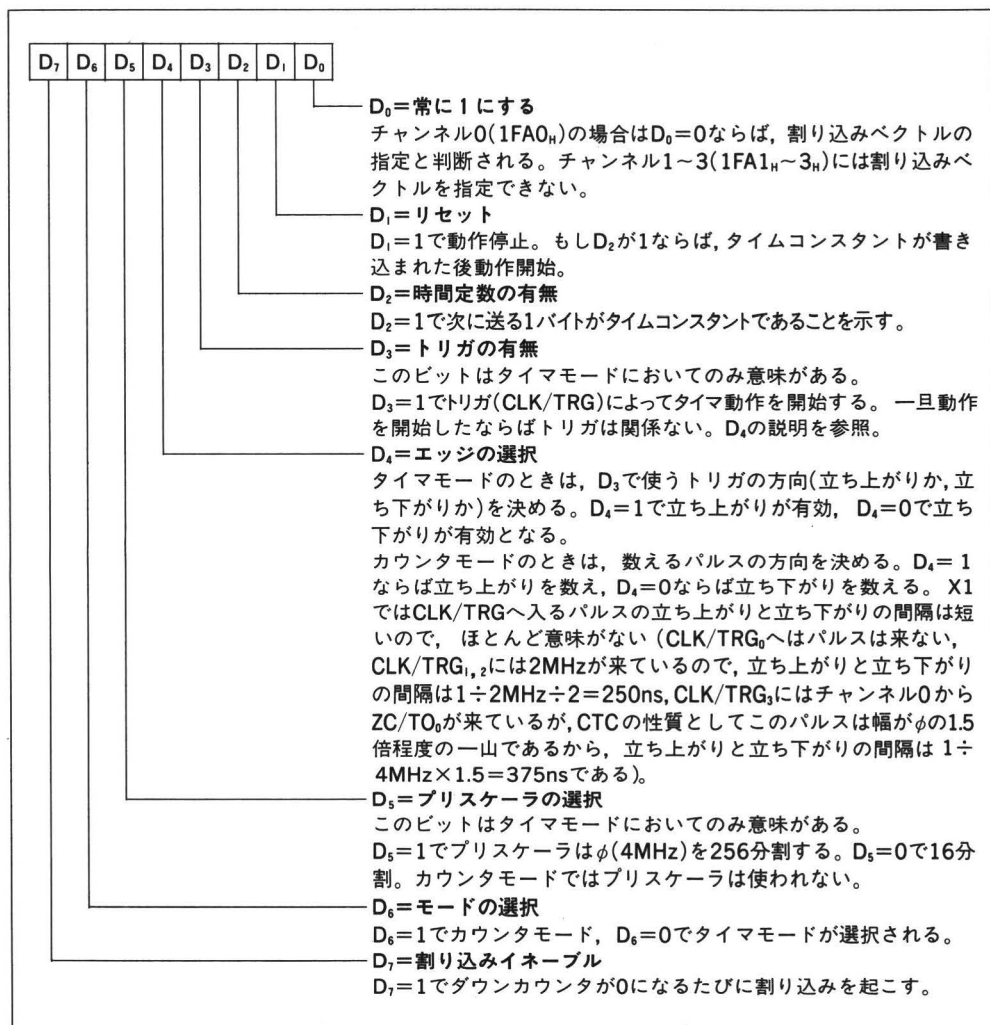
X1ではチャンネル0，3は主にタイマとカウンタに使われている。早い話がZ80に対して一定時間ごとに割り込みをかけてくれるのである。一定時間ごとに割り込みをかけてくれるとどのよーなメリットがあるかというと，たとえばこれからやるような，音楽を鳴らす場合である。つまり，Z80が別のことに熱中をしていても，CTCが「あなた，そろそろPSGさんに次のデータを渡す時間ですよ」などと教えてくれるのである。つまりは秘書のようなものなのだ。秘書がいなければ，自分でしょっちゅう時計を見ていなければいけないし，うっかりすれば決められた時間を過ごしてしまうかもしれないのである。チャンネル0，3はそのように使われているのである。

それに対して，X1ではチャンネル1，2はSIOにつながれている。具体的に何をしているかというと，RS-232Cは300 bpsとか，1200 bpsとかの転送速度があるが，そのための基準クロックを作っているのだ。すなわち，X1でSIOを使おうとするなら，まずはCTCが第一関門になっているのである。そこいらへんのことは，次の第6章でつまびらかになるであろう。

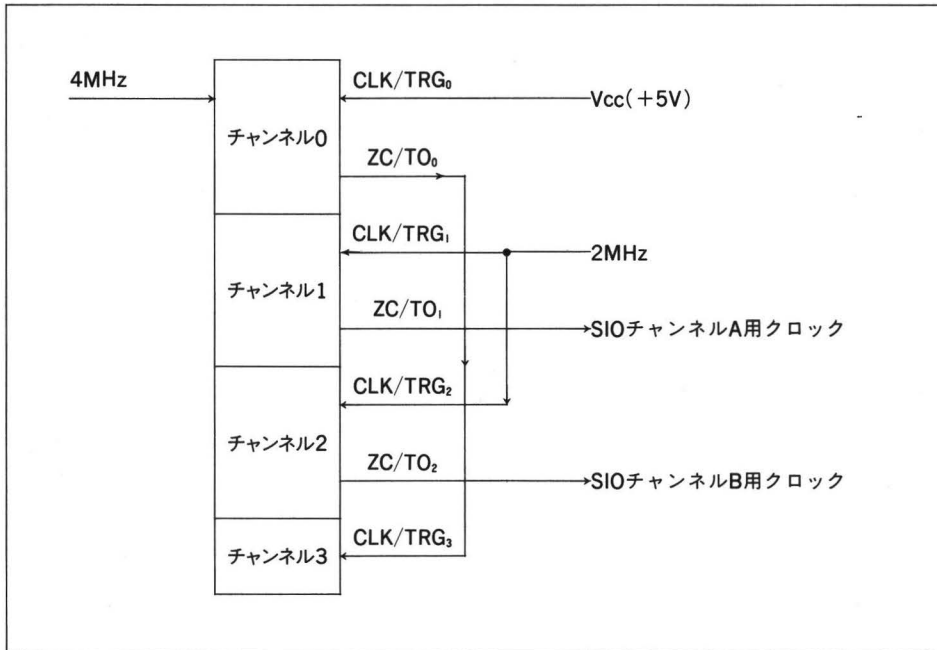
CTCなのである

CTCのコマンドはそれほど複雑ではない。**図5-1**にあるようにコマンドは1バイトである。これを，四つのチャンネルに別々に送るわけである。指定した場合は，コマンドの直後に「タイムコンスタント」と呼ばれる1バイトを送ることもあるし，チャンネル0に対しては「割り込みベクトル」を送ることもあるが，結局はそれだけである。

まず，CTCのやることを，ごくごく簡単に説明しておく。最初に，**図5-2**を見ていただきたい。これはCTCの接続図である。「CLK/TRG$_n$」とか「ZC/TO$_n$」などがあるが，これはCTCの端子名である。「CLK/TRG$_n$」とは「外部クロック/タイマ・トリガ」ということで，要するに各チャンネルごとにある入力である。「ZC/TO$_n$」は「ゼロカウント/タイム・アウト」で，こちらはそれぞれのチャンネルの出力に対応する（ただしチャンネル3用のZC/TO$_3$はピンの数の都合によって，省かれている）。

図 5-1　CTC のチャンネルコントロールワード

CTC のやることは，パルスを数えることである。数えられるパルスは図 5-2 の「CLK/TRG_n」もしくは，システムクロックの ϕ (X1 では 4MHz) である。CTC の各チャンネルには「ダウンカウンタ」というものがあり，最初は「ダウンカウンタ＝タイムコンスタント」とするのである（タイムコンスタントは 0 ～255 を指定してやる)。各チャンネルは，それぞれがそれぞれのパルスを数えるのだが，何個かのパルスが来るたびに（1 個，16 個，256 個の三つの場合がある）ダウンカウンタを一つずつ減らしていくのである。そして，ダウンカウンタが 0 になると（最初が 0 だったならば，256 回減らすことになる)，「ZC/TO_n」から一つパルスを出すのである。つまり，パルスの数を 1 / n にするのである。もちろんそれだけではどーしょーもないので，「ZC/TO_n」からパルスを出すのといっしょに，CPU に対して割り込みをかけたりもするのである。ま，これが CTC のやっていることである。

コマンドは各ビットごとに意味を持っているので，D_7から順に説明していくのである。

図 5-2　X1/turbo における CTC の各チャンネルの構成

D_7はダウンカウンタが 0 になったときに，割り込みを起こさせるかどうかのフラグである。

D_6はモードの設定である。それぞれのチャンネルに「カウンタモード」と「タイマモード」のどちらかを設定するわけであるが，「カウンタとタイマはどこがどー違うんでぃ」と，むっとする人が多いであろう。私もむっとしている。分かりやすく言うと，

「タイマモードでは，SIO に供給されているクロック（X1 では ϕ=4MHz）を数える」

「カウンタモードでは，CLK/TRG_nという端子に来るパルスを数える」

というだけのことである。

D_5 は D_6 でタイマモードを選択したときにのみ意味を持つ。これは，プリスケーラの指定で，例のダウンカウンタの値を勝手に 16 倍（D_5＝０），もしくは 256 倍（D_5＝１）するものだと思えばよい。なぜそうなっているかというと，タイマモードのときの入力の ϕ は，一般的に 4MHz などという高い周波数なので，０～255 までしかないダウンカウンタで数えても，数え終わるのにもっとも長くて 250 ns×256＝64 ms しかなく，あまり使い道がないから，という Zilog の親心だと考えられる（本当の親心ならダウンカウンタを２バイトで指定できるようにすりゃいいのに。ぶつぶつ）。 まあ，ここはちょっとセコイ部分である。

D_4 はエッジの選択である。ここは（X1 では）重要ではないので，図 5-1 を見ておくれ。

D_3 も X1 ではあまり重要ではない。

D_2 は次にタイムコンスタントを送るかどうかのフラグである。第 8 章でやる Z80 DMA

の用語で言えば，ポイントビットというやつである。

D_1 はリセットであるが，ちょっと注意が必要である。つまり，CTC はリセットをかけられなかったなら，そのときやっている動作を終えてから，新しいコマンドに基づく動作を開始するのである。よって，リセットは大いに使うべきである。

D_0 は，コマンドの場合には，常に1にしておく。さもなくば，割り込みベクトルを指定されたものと解釈される。

割り込みベクトル

CTC では，割り込みベクトルは，チャンネル0に対してのみ指定できることになっている(つまり，割り込みベクトルを OUT できるのは $1FA0_H$番地にのみ)。それじゃ，他のチャンネルは割り込みをかけられないのかと，一瞬思ってしまうだろうがご安心。チャンネル0に対して指定すると，他の3チャンネルにも自動的に割り込みベクトルが割り当てられるのである。すなわち，連続した四つのベクトル（8バイト）がまとめて指定されるのである。ただし，その8バイトには少々制限がある。それはどーゆーことかというと，チャンネル0のベクトルは，

&B?????000

のよーに，下3ビットが0になっていなければならないのだ。このとき各チャンネルのベクトルはそれぞれ，

1→&B?????010

2→&B?????100

3→&B?????110

となる。

だから単純に，「おっ，ここに8バイト分の空きがある。よしよし，CTC の割り込みテーブルに使ってしまおう」などということは許されないのだ。つまり，その8バイトの先頭が，

$\times\times\times 8_H$ か $\times\times\times 0_H$ （下3ビットが0）

でなければいけないのだ。この点，注意が必要である。

CTCの使い方である

さて，あーだこーだと説明してきたが，X1の場合はハード的な CTC の使い方が単純なので，悩むことはぜんぜんないのである。つまり，本来の CTC は $D_3=1$ とすることで，「信号（トリガ）が立ち上がってから，一定時間後に割り込みをかける」などという機能があるのだが，そんなことは X1 では使えないのである(使う必要もないだろう)。X1 での CTC の役割は極めて簡単明瞭で，次の三つに要約できる。

① 図5-2に示したように，X1ではチャンネル0用の CLK/TRG_0 は Vcc（+5V）につながっている。すなわち，パルスがぜんぜん来ないので，チャンネル0はタイマモード

で使うしかない。その場合，チャンネル0は，4 μs〜16.384 msごとに割り込みをかけてくれる。この時間が短すぎるか，ちょうどピタリの間隔が得られないのならば，ZC/TO_0がCLK/TRG_3に接続されていることにより，チャンネル3をカウンタモードで使ってチャンネル0と組み合わせると，最長4.194304秒の間隔を得られる。また，チャンネル0，3を別々に動かすことも可能である。

② チャンネル1，2はそれぞれSIOのチャンネルA, Bのクロックにつながっているので，それなりに使ってやる。

ただし，気が向いたならばチャンネル0，3と同じように，割り込みを起こさせることもできる（$CLK/TRG_{1,2}$には2MHzが来ているのでチャンネル0よりも割り込み間隔を短くできる)。

③ OUT命令ではなく，IN命令でCTCにアクセスすると，そのときのダウンカウンタの値を得られる。ただし，これはあまり使い道があるとは考えられない。

そういうわけで実際に使ってみるのである。最初は，③に示したダウンカウンタを読み出すのをやってみる。これなら割り込みを使う必要がないので入門としてはおあつらえむきである。サンプルプログラムは**リスト5-1**である。

リスト5-1　ダウンカウンタを表示する

```
100 OUT &H1FA0,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ0 RESET
110 OUT &H1FA1,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ1 RESET
120 OUT &H1FA2,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ2 RESET
130 OUT &H1FA3,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ3 RESET
140 '
150 OUT &H1FA0, &B100111:OUT&H1FA0,200:'ﾁｬﾝﾈﾙ0 SET
160 OUT &H1FA3,&B1000111:OUT&H1FA3,200:'ﾁｬﾝﾈﾙ3 SET
170 '
180 PRINTINP(&H1FA0),INP(&H1FA3):GOTO 180
```

100〜130行では縁起ものなので，各チャンネルに3をOUTしてリセットしている。次に150行でチャンネル0にOUTしているのは，&B00100111である。

順に見ていくと，

●割り込みなし
●タイマモード
●プリスケーラは256分割
●無視してよい
●無視してよい
●次にタイムコンスタントあり
●リセット（D_2 = 1だからタイムコンスタントを書き込まれた後で動作開始)
● D_0だから1

となっている。だから次にOUTしている「200」はタイムコンスタントである。160行ではチャンネル3に&B01000111をOUTしている。これも順に見てゆくと，

●割り込みなし
●カウンタモード

●プリスケーラは関係なし
●無視してよい
●関係なし
●次にタイムコンスタントあり
●リセット（D_2 ＝ 1 だからタイムコンスタントを書き込まれた後で動作開始）
● D_0 だから 1

である。150行と同じく，次にOUTしている「200」はタイムコンスタントである。

このようにCTCを設定してやると，どうなるかというと，

1） チャンネル0はタイマモードであるから，システムクロックの ϕ（4MHz，周期は250 ns）を数える。プリスケーラが256，タイムコンスタントが200であるから，ZC/TO_0 からパルスを出すのは，

$250(ns) \times 256 \times 200 = 12.8(ms)$

となる。要するに，0.00000025秒周期のパルスをもとにして，0.0128秒周期のパルスを作っているのである。

2） チャンネル3はカウンタモードだから CLK/TRG_3 に来るパルスを数える。そこには ZC/TO_0 がつながっているから，結局0.0128秒ごとに来るパルスを数えることになる。タイムコンスタントは200だから，1個パルスが来るたびに「200，199，198，……，2，1」となる。1の次はまた200で，延々とそれを繰り返すのである。

ではぼちぼちと本筋へ入ってゆく。CTCの本筋といえば，当然ながらタイマ割り込みを使った「マルチタスク」である。理解に便利なように，CTCの設定をBASICで書いてある。**リスト5-2**は，「割り込み実行ルーチン」のアセンブルリスト，**リスト5-3**がそれを使った例である。

リスト5-3をRUNすると「OK」と表示されたのち，画面に筋が走り出すであろう。しかしその他はまったく正常なBASICのコマンド待ちの状態になっているはずである。試しにリストを取ってみることもできる。その場合はグラフィックが表示されなくなるが，［CTRL］+［D］を押せばまた表示されるはずである。これは遊びのようなサンプルであるが，タイマ割り込みを理解するにはちょうどよいだろう。

では実際に何が起こっているのかを，**ねっとりと**解説してみる。

まず，220行でチャンネル0に対してやっていることは，タイムコンスタントが125になったこと以外はリスト5-1の150行と同じである。次に230行で58_HをOUTしているが，これは D_0 ＝ 0 であるから割り込みベクトルの設定である。これにより，割り込みベクトルが，

チャンネル0は58_H
チャンネル1は$5A_H$
チャンネル2は$5C_H$
チャンネル3は$5E_H$

となる。240行にあるチャンネル3の設定は D_7 ＝ 1 として割り込みを起こさせている点以外はこれもリスト5-1の160行と同じである。

リスト 5-2　割り込み実行ルーチン

```
                                         .Z80
                                         .PHASE  0E000H
                                 ;
E000    F5                       RUNG:   PUSH    AF
E001    C5                               PUSH    BC
                                 ;
E002    ED 4B E01D                       LD      BC,(GADD)
E006    78                               LD      A,B
E007    FE 40                            CP      40H
E009    30 03                            JR      NC,OKOUT        ;BC >= 4000H?
                                 ;
E00B    01 4000                          LD      BC,4000H
                                 ;
E00E    3A E01F                  OKOUT:  LD      A,(GPAT)
E011    ED 79                            OUT     (C),A
E013    03                               INC     BC
E014    ED 43 E01D                       LD      (GADD),BC
E018    C1                               POP     BC
E019    F1                               POP     AF
E01A    FB                               EI
E01B    ED 4D                            RETI
                                 ;
E01D    4000                     GADD:   DW      4000H
E01F    FF                       GPAT:   DB      0FFH
                                 ;
                                         END
```

リスト 5-3　タイマ割り込みを使ってBASICと共走(turbo BASICでは動かない)

```
100 OUT &H1FA0,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ0 RESET
110 OUT &H1FA1,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ1 RESET
120 OUT &H1FA2,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ2 RESET
130 OUT &H1FA3,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ3 RESET
140 '
150 CLEAR &HE000
160 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("F5 C5 ED 4B 1D E0 78 FE 40 30 03 01 00 40 3A 1F")
170 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("E0 ED 79 03 ED 43 1D E0 C1 F1 FB ED 4D 00 40 FF")
180 MEM$(&H5E,2)    =HEXCHR$("00 E0"):'ﾜﾘｺﾐ TABLE SET
190 '
200 CLS 4:INIT
210 '
220 OUT &H1FA0,&B100111   :OUT &H1FA0,125:'ﾁｬﾝﾈﾙ0 SET
230 OUT &H1FA0,&H58                      :'ﾜﾘｺﾐﾍﾞｸﾄﾙ SET
240 OUT &H1FA3,&B11000111:OUT &H1FA3,125:'ﾁｬﾝﾈﾙ3 SET
```

さて，ちょっと前に戻って180行を見ていただきたい。ここで$005E_H$番地からの2バイトの00_H，$E0_H$を書き込んでいる。これがチャンネル3の割り込みテーブルである。仕掛けはこれだけである。これでチャンネル3により，

250(ms)×256×125×125＝1(秒)

ごとに割り込みが起き，そのたびに$E000_H$番地から始まるリスト5-2の割り込み実行ルーチンに飛んでくることになる。この機械語ルーチンは見てのとおりに，1バイト(8ドット）ずつグラフィックにデータを書き込んでいくだけである。220行もしくは240行の「125」を「1」に書き換えると書き込みが速くなるので，CLS4と追いかけっこするのもまた楽しからずやである。

実技編である

タイマの割り込みを実用的に使う目的としては次の三つが挙げられるだろう。

① 一定の間隔（リズム）で何かをしたいとき

たとえばturbo BASICのTEMPO文ではタイマ割り込みの間隔を変えることにより音楽の演奏速度を変えている。また，ゲームの最中に流れている音楽が，敵キャラがたくさん出ているときは遅く，逆に少ないときは速くなったりするのをよく見かけるが，タイマを使えばそのようなことを比較的簡単に避けることができる。余談になるが，機械語で作られたプログラムでは，垂直帰線期間信号や垂直同期信号(I/Oポートの $1A01_H$)を使って一定のリズムでBGMを鳴らす手法がある。具体的にどうするかというと，これらの信号は1/60秒ぐらいの周期でHigh/Lowを繰り返すので，

頻繁にその信号を監視しておき，立ち上がりや立ち下がりを見つけることができれば，

1/60秒のリズムを捕えるのである。実際にやっているソフトは，アルシスソフトの「ウイバーン」，「リバイバー」などである。ううむ，なんという知恵者なことよ。

② 二つのことを同時にしたいとき

一番よい例が同じくturbo BASICのMUSIC@文である。turbo BASICではMUSIC@文中の演奏データは（どっかの）バッファに入れておくだけで，実際の演奏はその後に続くBASICのコマンドを処理しながら，時々タイマ割り込みを使って，適当なデータをPSGに送り込むことによって，行なっている。もっと簡単に言ってしまうと，ゲームでPCGやグラフィックを動かしながら（リズムを狂わさずに）BGMや効果音を鳴らすことができる。

③ 遅い周辺機器を待たずにCPUをフルに使いたいとき

これは②の場合とかなり近いものだが，ひとまず区別しておく。これで一番よくあるのが（本体側ソフトウェアによる）プリンタバッファである。つまりプリンタの印字速度が遅いために，CPUがしこたま待たされるのを避けるためのものである。念のために言うが，プリンタから本体へはREADY信号というものが来ていて，結局は「本体さん，私ことプリンタにデータを1バイト送ってもいいよ」ということを示す信号なのである。この信号が「まだダメ」であるなら，CPUは待っていなければならないのだ。そこでプリンタバッファの動作を簡単に説明すると，まずはプリンタに送りたいデータはバッファに入れておく。そしてタイマ割り込みがかかるたびにREADY信号をチェックして，「送ってもいいよ」と言えば1バイト送ってやるのである。要するに「他の仕事をしながら，時々様子を見る」という使い方である。

④ そのものズバリに時計を作る

一定時間ごとに割り込みを起こしてくれるのだから，その回数を数えていれば時間が正確に分かるのである。短い方では，1/100秒の測定などは朝飯前である。またメモリが許す限り長いタイマも作成可能である。たとえば何年，何世紀を1/100秒単位で計ることも簡単である。

そこでまず，②のBGMからやってみる。対比のために**リスト5-4**にタイマを使わない場合も載せておく。

説明しよう。最初に並んでいるMEM$文は機械語プログラムなどではなく，演奏データである。全部BASICなのだから配列にすりゃーいいのに，と思うだろうが，私はしたいよ

リスト 5-4　BASIC 版 BGM 実行ルーチン

```
100 CLEAR &HD000
110 MEM$(&HD000,12)=HEXCHR$("00 DD 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
120 MEM$(&HD00C,12)=HEXCHR$("00 A9 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
130 MEM$(&HD018,12)=HEXCHR$("00 7B 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
140 MEM$(&HD024,12)=HEXCHR$("00 DD 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
150 MEM$(&HD030,48)=MEM$(&HD000,48):'ｸﾘｶｴｼ
160 MEM$(&HD060,12)=HEXCHR$("00 7B 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
170 MEM$(&HD06C,12)=HEXCHR$("00 65 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
180 MEM$(&HD078,12)=HEXCHR$("00 3E 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
190 MEM$(&HD084,12)=HEXCHR$("00 7B 01 01 08 0F 10 05 08 00 10 05")
200 MEM$(&HD090,48)=MEM$(&HD060,48):'ｸﾘｶｴｼ
210 DEFINT A-Z:CLICK OFF:WIDTH 40:INIT
220 X=20:Y=12:LOCATE X,Y:PRINT "A";
230 MPS=&HD000:MPE=&HD0C0:MP=MPS:W=0
240 SOUND 7,&B111000:SOUND 8,0
250 '
260 GOSUB"SOUND"
270 S=STICK(0):T=STRIG(0)
280 IF S=0 THEN FOR D=0 TO 100:NEXT:GOTO 360
290 LOCATE X,Y:PRINTSPACE$(1);:'ERASE CHAR
300 Y1=Y-((S+2)¥3)+2
310 X1=X+((S+2) MOD 3)-1
320 IF (X1>=0) AND (X1<39) THEN X=X1
330 IF (Y1>=0) AND (Y1<23) THEN Y=Y1
340 LOCATE X,Y:PRINT "A";
350 '
360 IF T THEN END
370 GOTO 260
380 '
390 LABEL"SOUND"
400 IF W THEN W=W-1:RETURN:'WAIT
410 IF MP=MPE THEN MP=MPS
420 M1=PEEK(MP):MP=MP+1:M2=PEEK(MP):MP=MP+1
430 IF M1<&H10 THEN SOUND M1,M2:GOTO 410
440 IF M1=&H10 THEN W=M2:GOTO 400
450 IF M1=&H11 THEN W=M2*256:GOTO 400
460 PRINT "DATA ERROR":STOP
```

ーにするのだ。で，演奏データの形式だが，これは 2 バイトが一組になっている。規則は簡単で，

1）　1 バイト目が 00_H～$0F_H$ならば，それは PSG のレジスタ番号である。PSG のその番号のレジスタに次の 1 バイトが書き込まれる。

2）　1 バイト目が 10_Hもしくは 11_Hならば，それはウエイト（時間つぶし）コマンドである（つまり PAUSE 文のよーなもの）。10_Hの場合は次の 1 バイトに相当する時間，PSG には何も書き込まれない（消されもしない）。11_Hの場合は長いウエイトである。次の 1 バイト×256 に相当する時間，PSG には何も書き込まれない。

これだけじゃなんだから，110 行だけは解説しておく。まずは 00_H，DD_Hだから，「0 番レジスタに DD_Hを書き込め」となる。次にある 2 組も同じよーなものである。結局この 3 組によって，チャンネル A から「ド」の音が音量 15（08_H，DF_H）で出ることになる。しかしこれだけでは音にならない。つまり，一定時間以上鳴らし続けてやらなければ，人間の耳には「ド」に聞こえないのだ（「プチッ」という音になってしまう）。そこで，次に 10_H，05_Hでウェイトをおいてやる。その後一度チャンネル A の音量を 0 にして，もう一度ウェイトがある。これは MUSIC 文を使ってメロディーを鳴らしたことがある人なら分かるように，音符と音符の間を区切るためのもの，つまりスタッカートである。リスト 5-4 のデー

タの仕組みは大体こんなふうになっている。

さて，このプログラムは実にセコくて，極めて原始的なことしかしていない。つまり，RUNすると画面の中央に「A」が表示され，「ドレミドードレミドーミファソミーミファソミー」というセコイBGMがエンエンと繰り返される。しかし，お立ち会い。テンキーによって，「A」は上下左右に動くが，BGMはほとんど乱れずに続くのである。

さっさとネタをばらしてしまうが，これは「キャラクタを動かす」というプログラムがループになっているということを利用しているのだ。どーゆーことかというと，まず，「ド」を出すならば，PSGをそのよーに設定してやる。つまりPSGのレジスタの0，1，8にそれぞれの値を書き込んでやる。〝SOUND〟にGOSUBすると，ウエイト中かもしくはウエイトコマンドが見つかるまではRETURNしないので，最初に〝SOUND〟にGOSUBした段階で，すでにPSGは「ド」の音を出しているのである。

ウソだと思ったら（思うかな？）265行に「END」を入れてみるといい。「ド」が鳴り続くはずである（止めるときは[CTRL]+[D]）。〝SOUND〟からRETURNした後は，キャラクタを動かす作業だけをすればよい。ただし，ループの時間（次に〝SOUND〟にGOSUBするまでの時間）を，あまり変えないようにすること。これは280行を見てもらえば分かると思うが，テンキーからの入力がなくてキャラクタを動かす必要がない場合は，FOR文で時間をつぶしている。その他の290〜340行はキャラクタを動かしているだけのルーチンである。290行は「A」を消している部分，300，310行はよくあるテクニックを使った新しい位置の計算である。320，330行は画面からはみ出さないようにチェックしてから，新しい位置をX，Yに代入している。340行はその位置への表示である。

では，2回目に〝SOUND〟にGOSUBしたときはどうなっているかを見てみる。まず，前回のときはウエイトコマンドを見つけて，その後400行でW＝W－1とした後RETURNしたのである（分かるかな？）。それは440行である。変数Wに2バイト目が代入された後に，さらに－1されたのだから，2回目にGOSUBしてきた時点ではWの値は4である。すると，400行の「IF W〜」に引っかかる。すなわちWから1引いて，Wの値を3にしてからRETURNである。これと同じことがWが0になるまで繰り返されるわけだから，結局，

1回目→PSGは「ド」を出し始める（W＝4でRETURN）
2回目→何もしない（W＝3でRETURN）
3回目→何もしない（W＝2でRETURN）
4回目→何もしない（W＝1でRETURN）
5回目→何もしない（W＝0でRETURN）
6回目→W＝0だから，次のコマンドを捜す

ということになる。1回目と2回目，2回目と3回目，……の間には，270〜370行を実行している時間がそれぞれ挟み込まれているから，この場合，数えてみるとループ5回分の間「ド」が出ることになる。よーく考えると分かることだが，440行，450行で「GOTO 400」とせずに「RETURN」とすると，ループ6回分になってしまうので，この手のプログラムを作るときは注意が必要である。

残りの部分を種明しすると，MPは演奏データ（アドレス）を指している変数である。MPS（データの始まり），MPE（データの終わりの次）は，BGMを繰り返すためのもので，MPがMPEと等しくなったら，MPにMPSを代入してやって繰り返しに入るのである。後は240行であるが，これは本来ならばD000$_H$からの音楽データの先頭に，

07$_H$，28$_H$，08$_H$，00$_H$

というように入れてやるべきだったのだが，アドレスがズレてしまって美しくなくなるので手抜きをしたのだ。ま，以上である。

すでに気付いたことと思うが，このテクニックを使った場合，BASICだろうが機械語だろうが，キャラクタを動かすルーチンの部分が多少なりとも複雑になってしまうと，BGMのリズム（テンポ）を一定に保つのは至難の技なのだ。まず第一に，ある局面になったら新しく敵キャラが出てくる場合や，さらにその敵キャラが増減する場合である。その度に，うまくヒマつぶしの時間を増減させてやらなければならないのだ。実にうっとうしい話ではないか。

そこでCTC様がリングに上がるのである。タイマ割り込みによって変わるのは次の2点である。

1） GOSUB "SOUND" をループの中に置かなくてよい（決められた時刻になると，自動的にGOSUBしてしまう）。

2） テンポを一定に保つためのヒマつぶしのルーチンを考えなくてもよい。

なんだなんだ！　結局は「音無しのゲームを普通に作る」だけで済んでしまうのではないかっ！　ということで**リスト5-5，5-6**である。リスト5-5はリスト5-4のプログラムをそのまま機械語に置き換えたようなものであるから説明はしない。

リスト5-5　BGM用割り込み実行ルーチン

```
                                  .Z80
                                  .PHASE  0E000H
                         ;
E000    F5               PLAY:    PUSH    AF
E001    C5                        PUSH    BC
E002    D5                        PUSH    DE
E003    E5                        PUSH    HL
                         ;
E004    2A E051          PLAY0:   LD      HL,(WC)
E007    7C                        LD      A,H
E008    B5                        OR      L
E009    28 06                     JR      Z,NOWAIT
E00B    2B                        DEC     HL
E00C    22 E051                   LD      (WC),HL
E00F    18 39                     JR      PEND
                         ;
E011    2A E057          NOWAIT:  LD      HL,(MPE)
E014    ED 5B E053                LD      DE,(MP)
E018    B7                        OR      A
E019    ED 52                     SBC     HL,DE     ;MPE>MP?
E01B    38 02                     JR      C,OVER
E01D    20 04                     JR      NZ,FETCH
E01F    ED 5B E055       OVER:    LD      DE,(MPS)
                         ;
E023    EB               FETCH:   EX      DE,HL     ;HL=MP
E024    7E                        LD      A,(HL)
E025    23                        INC     HL
E026    5E                        LD      E,(HL)
E027    23                        INC     HL
E028    22 E053                   LD      (MP),HL ;STORE MP
                         ;
E02B    FE 10                     CP      16
```

```
E02D      30 0A                          JR        NC,SETWT  ;SET WAIT COUNTER
                               ;
E02F      01 1C00                        LD        BC,1C00H
E032      ED 79                          OUT       (C),A    ;SET REG. NOMBER
E034      05                             DEC       B
E035      ED 59                          OUT       (C),E
E037      18 D8                          JR        NOWAIT
                               ;
E039      FE 10                SETWT:    CP        16
E03B      20 04                          JR        NZ,SETWT1         ;BIG WAIT
E03D      16 00                          LD        D,0
E03F      18 03                          JR        SETWT2
E041      53                   SETWT1:   LD        D,E
E042      1E 00                          LD        E,0
E044      ED 53 E051           SETWT2:   LD        (WC),DE
E048      18 BA                          JR        PLAY0
                               ;
E04A      E1                   PEND:     POP       HL
E04B      D1                             POP       DE
E04C      C1                             POP       BC
E04D      F1                             POP       AF
E04E      FB                             EI
E04F      ED 4D                          RETI
                               ;
E051      0000                 WC:       DW        0000H    ;WAIT COUNTER
E053      0000                 MP:       DW        0000H    ;MUSIC DATA POINTER
E055      0000                 MPS:      DW        0000H    ;MUSIC START
E057      0000                 MPE:      DW        0000H    ;MUSIC END
                               ;
                                         END
```

リスト 5-6　機械語版 BGM 実行ルーチン(turbo BASIC では動かない)

```
100 '100 - 130 ﾆﾊ, ﾘｽﾄ5-1 ﾉ 100 - 130 ｷﾞｮｳ ｦ ｿﾉﾏﾏ ﾓｯﾃ ｸﾙ｡
140 '
150 CLEAR &HE000
160 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("F5 C5 D5 E5 2A 51 E0 7C B5 28 06 2B 22 51 E0 18")
170 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("39 2A 57 E0 ED 5B 53 E0 B7 ED 52 38 02 20 04 ED")
180 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("5B 55 E0 EB 7E 23 5E 23 22 53 E0 FE 10 30 0A 01")
190 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("00 1C ED 79 05 ED 59 18 D8 FE 10 20 04 16 00 18")
200 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("03 53 1E 00 ED 53 51 E0 18 BA E1 D1 C1 F1 FB ED")
210 MEM$(&HE050,16)=HEXCHR$("4D 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00")
220 '
230 '230 - 330 ﾆﾊ, ﾘｽﾄ5-4 ﾉ 100 - 200 ｷﾞｮｳ ｦ RENUMBER ｼﾃ ﾓｯﾃ ｸﾙ｡
340 '
350 MEM$(&HE051,8)=HEXCHR$("00 00 00 D0 00 D0 C0 D0")
360 MEM$(&H5E,2)  =HEXCHR$("00 E0")
370 '
380 SOUND 7,&B111000:SOUND 8,0
390 OUT &H1FA0,&B111      :OUT &H1FA0,100:'ﾁｬﾝﾈﾙ0 SET
400 OUT &H1FA0,&H58                      :'ﾜﾘｺﾐﾍﾞｸﾄﾙ SET
410 OUT &H1FA3,&B11000111:OUT &H1FA3,25 :'ﾁｬﾝﾈﾙ3 SET
```

結論である

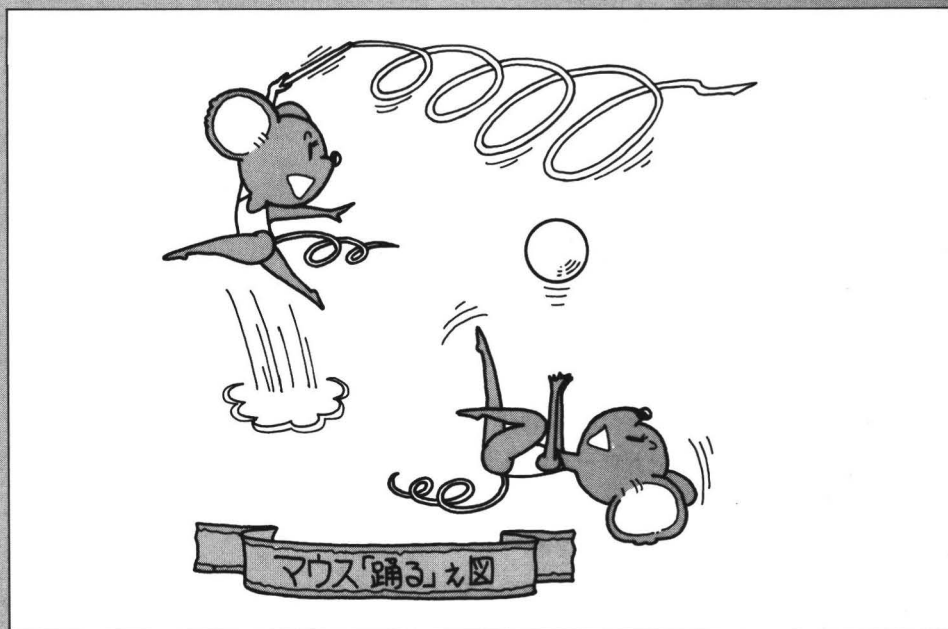
以上なわけである。この章のサンプルは，CTC の I/O アドレスを $1FA4_H$～$1FA7_H$にずらしてやれば，CZ-8BM2 を装着した X1 でも動くはずである。ぜひとも試していただきたい。また，リスト 5-6 では PSG のチャンネル B，C を使っていないので，第 10 章のリスト 10-3 を少々変えて，チャンネル A をいじらないようにすると，BGM と銃声が共存共栄するのである。具体的にどうするかというと，リスト 10-3 の 120 行にある「&B000111」を「&H001110」にすればよいだけなのだ。これでチャンネル A はトーン，B と C はノイズになる。**どーだ，すごいだろう**。止めるときは，「OUT &H1FA3，3」である。

あと CTC の使い方としては時計が代表的なものであるが，以上のことを理解できればあっという間に作れてしまうだろう。

なお，あまり勧められた手ではないが，turbo BASIC ではちょちょいのちょいで簡単にCTC の割り込みを使う手がある。それは，F81E$_H$にある割り込みベクトルを書き換えるという手である。割り込み間隔は TEMPO 文で変更できる。この場合もう一工夫しないとPLAY 文が使えなくなってしまう，などの欠点があるが，手軽さには捨てがたいものがある。実例は 12 章（カラーイメージボード）に載せてある。

CTC の使い方は限られているが，その応用例は広いのである。そして，CTC だけではどうにもならないが，大事な基本技として必修なのである。

第6章

SIO

SIOでマウスである

第6章

SIOでマウスである・・・・・・・・・・

この章で取り上げるZ80 SIO (Serial Input/Output) は，シリアル通信を主な業務としている石である。そして，この石はやたらと複雑で強力なのである。これはとりもなおさず，シリアル通信というものが複雑怪奇であることに由来する。実際にパソコンで通信をする場合には，BASICのOPEN文の通信パラメータで指定するだけの機能があれば済むのだが，SIOにはそれ以上の機能が盛り込まれているのである。そういうわけで，**不本意ながら** SIOの使い方を細かく説明するわけにはいかない。もしもSIOの機能をみっちりと知りたいならば，参考文献4を読んでいただきたい。

さて，実はZ80 SIOといっても三つのバージョン（ボンディングオプション）があるのだ。すなわち，

SIO/0，SIO/1，SIO/2

である。X1に使われているのはそのうちのSIO/0である。これら三つのものの違いは，チャンネルBに対する制限で，早い話がピン数（足の数）に限りがあるのでそうなっているのである（X1ではチャンネルBはマウスに接続するわけだから，まったく問題ない)。

SIOにはチャンネルA，Bの二つのチャンネルがあり，X1ではチャンネルAがRS-232Cの通信用で，チャンネルBが今書いたようにマウス用になっている。そして，まずはこの章でチャンネルB＝マウスを先にやった後で，次の第7章でチャンネルAの通信関係へと進むつもりである。

マウスである

X1のマウスはRS-232Cのシリアルマウスで，データの方向はマウス→X1の一方通行である。マウスから送ってくるデータは，

① ボーレートは4800 bps

② コントロール信号を立ち下げる（H→L）とデータを送ってくる

③ データは一組が10ビット構成で，

スタートビット＝1ビット

データビット　＝8ビット

ストップビット＝1ビット

の10ビットが3組

となっている。③でいきなりスタートビットとかストップビットとかが出てきたが，これがシリアル通信のうっとーしいところである。具体的にどういうシロモノかというと，「はい，今からデータが行きますよー」，「はい，これでデータは終わりです」とかいう区切りなのだ。一般の通信では，データが7ビットだったり，ストップビットが1.5もしくは2

図 6-1 マウスからのデータの内容

バイト	内容	ビット	意味	備考
1バイト目	ステータス	D_0	スイッチ1の状態	1でON，0でOFF
		D_1	スイッチ2の状態	
		D_2	——	
		D_3	——	
		D_4	Xのオーバーフロービット（128以上のとき）	
		D_5	Xのアンダーフロービット（−129以下のとき）	
		D_6	Yのオーバーフロービット（128以上のとき）	
		D_7	Yのアンダーフロービット（−129以下のとき）	
2バイト目	X方向の移動量	−128〜＋127		
3バイト目	Y方向の移動量	−128〜＋127		

D_7が符号ビットである
読み出した1バイトのデータがXならば，
D_7＝0→移動量＝X≧0
D_7＝1→移動量＝X−256＜0

ビット（長さが 1.5 倍もしくは 2 倍なのだ）のこともある。さて，結局マウスからは 3 バイトのデータを送ってくるわけである。その内訳は**図 6-1** である。

まずステータスについて説明する。D_0，D_1 のスイッチは自明だからよいだろう。2 ビット空いて D_4〜D_7がオーバー/アンダーフロービットである。これはマウス内のカウンタがあふれたということで，たとえば D_4 ＝ 1 だったなら，マウスが「おいらはよく分かんないけど，X 方向に 128 以上動いちゃった。だから 2 番目のデータの『X 方向の移動量』はあてにならないよ」と言っているわけである。以下同様。

次に X/Y 方向の移動量であるが，一番大事なことは，前回データを送ったときからの相対距離だということである。turbo BASIC の MOUSE(7)，MOUSE(8)に相当するものだから，BASIC のマニュアルを見ておくれ。

では**リスト 6-1** によって，具体的にマウスを使う方法を示す。恐ろしいことにオール BASIC である。心得のある人ならば「4800 bps で 30 ビットを送ってくるんだから，30÷4800＝0.00625 秒じゃねーか。BASIC で間に合うの？」と思うであろう。しかし目出たいことに，Z80 SIO はバッファを三つ分（この場合だと 3 バイト分）持っているのだ。だからどんなにゆっくりやっても，マウスからのデータならば取りこぼしがないのである。楽ちん楽ちん。

リスト 6-1 マウスの使い方，もしくはバッファは 3 拍子

```
100 GOSUB"SETCTC&SIO"
110 '
120 OUT &H1F93,5:OUT &H1F93,0   :'ｺﾝﾄﾛｰﾙ ｼﾝｺﾞｳ ｦ H ﾆ ｽﾙ
130 PAUSE 0                     :'ﾁﾖｯﾄ ﾀﾞｹ ﾏﾂ (ｷﾌﾞﾝ)
140 OUT &H1F93,5:OUT &H1F93,2   :'REQUEST(ｺﾝﾄﾛｰﾙ ｼﾝｺﾞｳ=RTS ﾉ ﾀﾁｻｹﾞ)
150 FOR I=1 TO 3
160   OUT &H1F93,0:BBB=INP(&H1F93) AND 1 :'BUFF ﾆ ﾃﾞｰﾀ ｶﾞ ｱﾙｶ ?
170   IF BBB=0 THEN 160
180   DDD=INP(&H1F92)
190   PRINT DDD
200 NEXT
```

```
210 PRINT STRING$(10,"=")
220 GOTO 120
230 '
240 LABEL"SETCTC&SIO"
250 OUT &H1FA2,&B1000111:'CTC ﾁｬﾝﾈﾙ 3 SET
260 OUT &H1FA2,26       :'TIME CONSTANT
270 '
280 RESTORE "SIODATA"
290 FORI=1TO15
300   READ D:OUT&H1F93,D
310 NEXT
320 RETURN
330 '
340 LABEL"SIODATA"
350 DATA   &B00011000   :'RESET
360 DATA 1,0            :'WR0=00H
370 DATA 2,00H          :'WR2=00H=INT. VECTOR (turbo ﾉ ﾊﾞｱｲ)
380 DATA 4,&B01000100   :'WR4=44H='ｸﾛｯｸ ﾊ *16' & 'ｽﾄｯﾌﾟﾋﾞｯﾄ=1 ﾋﾞｯﾄ'
390 DATA 5,00H          :'WR5=00H
400 DATA 6,00H          :'WR6=00H
410 DATA 7,00H          :'WR7=00H
420 DATA 3,&B11000001   :'WR3=C1H='DATA=8ﾋﾞｯﾄ' & 'ｲﾈｰﾌﾞﾙ ﾚｼｰﾊﾞ'
```

さて，リスト6-1はしょっぱなから240行へGOSUBしている。これはCTCとSIOの設定である。まずは250〜260行でSIOのチャンネルB用のクロックを作っているCTCのチャンネル2を，「カウンタモードでタイムコンスタントは26」にする。これによってチャンネル2は2MHzのクロックを数えるわけだから，

$$\frac{1}{2\times10^{6}(\mathrm{Hz})}\times26=13\times10^{-6}(秒)$$

ごとにパルスを出す。SIOは，このパルスを16もしくは64分周してボーレートにするのである。この場合は，16分周すれば，

$$13\times10^{-6}\times16=208\times10^{-6}(秒)$$

となり，結局これは，

$$\frac{1}{208\times10^{-6}}=4807.69\cdots\fallingdotseq4800$$

というしだいである。きっちり4800である必要はないのである。次は280行からであるが，ここでSIOを設定している。やっていることは，

- キャラクタ長は8ビット
- クロックはCTCからのパルスを16分周
- ストップビットは1
- 割り込みなし

などである。

ここをRETURNした後に，いよいよメインルーチンである。120〜140行ではコントロール信号を立ち下げているのだが，マウスへのコントロール信号はチャンネルBのRTSなのである。RTSとは「Request To Send」で，要するに「送ってきてちょーだい」である。これがH→Lになると，マウスは律儀に3バイトのデータを送ってくる。130行にPAUSE文があるが，これは気分の問題である。BASICならばどうでもよいのだが，機械語でやる場合はそうはいかない。ある程度の時間「H」にしておいてから「L」にしなけれ

ばならないのだ。実にやっかいなものだ。

150〜200行のFOR〜NEXT文で3バイトのデータをSIOのバッファから読み出して表示している。160，170行は「バッファにデータが入っているか」の判定ルーチン，180行がデータの読み出しである。プログラムをRUNすると3バイトのデータを表示していく。マウスを動かしたり，ボタンを押したりすると数字が変わるであろう。

マウスの実技である

悲しいことであるが，世の中には「マウスよりもトラックボールがいいのだ」，「うんにゃ，ライトペンこそが一等賞！」，「てやんでぃ。タッチパネルを忘れてもらっちゃ困るぜぃ」などと言う人達がいる。あなた達に**神の御許し**がありますよーに，というわけで私はマウス党なのである。

そこで**リスト6-3，6-4**をさっさと実行していただきたい。ちなみにリスト6-3のソースリストは**リスト6-2**となっている。リスト6-3はチェックサムとCRC付きのダンプリストである。入力に際しては付録Aのダンプリストチェックプログラムを参照のこと。

リスト6-2　マウスドライバ，もしくはプリマドンナ

```
                         .Z80
                         .PHASE   0EA00H
                 ;
1F90             ZSIO     EQU     1F90H
1FA0             ZCTC     EQU     1FA0H
0018             PSIZE    EQU     14+8+2          ;PARAMETER SIZE
                 ;
EA00  EB         MOUSE:   EX      DE,HL
EA01  5E                  LD      E,(HL)
EA02  23                  INC     HL
EA03  56                  LD      D,(HL)
EA04  EB                  EX      DE,HL
                 ;
EA05  22 EB29             LD      (RETVA),HL
                 ;SAVE RETURN VALUE AREA
EA08  11 EB31             LD      DE,X1
EA0B  01 0018             LD      BC,PSIZE
EA0E  ED B0               LDIR                    ;COPY
                 ;
EA10  3E 50               LD      A,50H
EA12  32 EC61             LD      (PATCH1+1),A
EA15  3E 29               LD      A,29H           ;ADD HL,HL
EA17  32 EC7A             LD      (PATCH2),A      ;SET WIDTH 80
EA1A  3E 28               LD      A,28H           ;28H=JR Z,
EA1C  32 EAAC             LD      (PATCH3),A
EA1F  21 ECA6             LD      HL,ARW8         ;W 80 CURSOR
EA22  22 EB2F             LD      (DFMC),HL       ;DEFAULT CURSOR
EA25  3A EB48             LD      A,(MODE)
EA28  0F                  RRCA                    ;CHECK BIT0
EA29  38 17               JR      C,WI80
                 ;
EA2B  47                  LD      B,A
EA2C  3E 28               LD      A,28H           ;DATA
EA2E  32 EC61             LD      (PATCH1+1),A
EA31  3E 00               LD      A,000H          ;NOP
EA33  32 EC7A             LD      (PATCH2),A
EA36  3E 18               LD      A,18H           ;18H=JR
EA38  32 EAAC             LD      (PATCH3),A
EA3B  21 EDD4             LD      HL,ARW4
EA3E  22 EB2F             LD      (DFMC),HL
EA41  78                  LD      A,B
                 ;
EA42  0F         WI80:    RRCA
EA43  30 04               JR      NC,MSGO
EA45  CD EBD9             CALL    PSET            ;JUST GRAPHIC
```

```
EA48    C9              RET
                ;
EA49    2A EB31         MSGO:   LD      HL,(X1)         ;COPY POSITION
EA4C    22 EB2B                 LD      (X0),HL
EA4F    2A EB33                 LD      HL,(Y1)
EA52    22 EB2D                 LD      (Y0),HL
EA55    CD EADC                 CALL    CIN             ;CHECK IN
EA58    E6 03                   AND     3
EA5A    28 05                   JR      Z,BEGIN
                ;
EA5C    3E 02                   LD      A,2
EA5E    C3 EB16                 JP      ERR0
                ;
EA61    CD EBA5         BEGIN:  CALL    SETMS           ;MOUSE INIT
EA64    CD EBD9                 CALL    PSET            ;SHOW CURSOR
                ;
EA67    FD 21 EB39              LD      IY,MSDATA
EA6B    CD EB49                 CALL    MSIN
                ;
EA6E    3A EB39         BEGIN0: LD      A,(MSDATA)
EA71    F5                      PUSH    AF
EA72    FD 21 EB39              LD      IY,MSDATA       ;IY=POINTER
EA76    CD EB49                 CALL    MSIN            ;READ MOUSE
EA79    F1                      POP     AF
EA7A    B7                      OR      A
EA7B    20 11                   JR      NZ,BUT2
                ;
EA7D    21 EB35                 LD      HL,BMASK        ;CONDITION
EA80    3A EB39                 LD      A,(MSDATA)      ;GET STAT
EA83    E6 03                   AND     3
EA85    06 04                   LD      B,4
                ;
EA87    BE              BUT0:   CP      (HL)            ;CHECK BUTTON
EA88    23                      INC     HL
EA89    CA EB11                 JP      Z,BUTTON        ;BUTTON HIT
EA8C    10 F9           BUT1:   DJNZ    BUT0
                ;
EA8E    21 EB3A         BUT2:   LD      HL,MSDATA+1
EA91    7E                      LD      A,(HL)
EA92    23                      INC     HL
EA93    B6                      OR      (HL)
EA94    28 D8                   JR      Z,BEGIN0        ;X=Y=0 THEN NO-O
P
                ;
EA96    3A EB3A                 LD      A,(MSDATA+1)
EA99    CD EB0A                 CALL    XSIGN
EA9C    2A EB31                 LD      HL,(X1)
EA9F    19                      ADD     HL,DE
EAA0    22 EB2B                 LD      (X0),HL
                ;
EAA3    3A EB3B                 LD      A,(MSDATA+2)
EAA6    CD EB0A                 CALL    XSIGN
EAA9    3E 01                   LD      A,1
EAAB    BB                      CP      E
EAAC    28 04           PATCH3: JR      Z,OK1   ;1 -> 1 (-1 -> -1)
                ;OR     JR      OK1     (WIDTH 40)
EAAE    CB 2A                   SRA     D
EAB0    CB 1B                   RR      E       ;DE=DE/2 with sign
EAB2    2A EB33         OK1:    LD      HL,(Y1)
EAB5    19                      ADD     HL,DE
EAB6    22 EB2D                 LD      (Y0),HL
                ;
                ;CHRCK IN?
EAB9    CD EADC                 CALL    CIN
EABC    FE 03                   CP      3
EABE    28 AE                   JR      Z,BEGIN0        ;X AND Y OUT
                ;
EAC0    F5                      PUSH    AF
EAC1    CD EBD9                 CALL    PSET            ;ERASE CURSOR
EAC4    F1                      POP     AF
                ;
EAC5    0F                      RRCA
EAC6    38 06                   JR      C,YCHECK        ;X=OB THEN CHECK
 Y
EAC8    2A EB2B                 LD      HL,(X0)         ;COPY POSITION
EACB    22 EB31                 LD      (X1),HL
                ;
EACE    0F              YCHECK: RRCA
EACF    38 06                   JR      C,SHOWC
EAD1    2A EB2D                 LD      HL,(Y0)
```

```
EAD4    22 EB33               LD     (Y1),HL
                      ;
EAD7    CD EBD9       SHOWC:  CALL   PSET          ;SHOW NEW CURSOR
EADA    18 92                 JR     BEGIN0  ;AGAIN
                      ;
EADC    AF            CIN:    XOR    A
EADD    ED 5B EB44            LD     DE,(YU)
EAE1    2A EB2D               LD     HL,(Y0)
EAE4    B7                    OR     A
EAE5    ED 52                 SBC    HL,DE
EAE7    38 09                 JR     C,XIN
                      ;
EAE9    ED 5B EB2D            LD     DE,(Y0)
EAED    2A EB46               LD     HL,(YD)
EAF0    ED 52                 SBC    HL,DE
                      ;
EAF2    17            XIN:    RLA
EAF3    ED 5B EB40            LD     DE,(XL)
EAF7    2A EB2B               LD     HL,(X0)
EAFA    B7                    OR     A
EAFB    ED 52                 SBC    HL,DE
EAFD    38 09                 JR     C,XIN0
                      ;
EAFF    ED 5B EB2B            LD     DE,(X0)
EB03    2A EB42               LD     HL,(XR)
EB06    ED 52                 SBC    HL,DE
EB08    17            XIN0:   RLA
EB09    C9                    RET
                      ;
EB0A    5F            XSIGN:  LD     E,A
EB0B    16 00                 LD     D,0
EB0D    07                    RLCA
EB0E    D0                    RET    NC
EB0F    15                    DEC    D        ;D=FFH or 00H
EB10    C9                    RET
                      ;
EB11    AF            BUTTON: XOR    A
EB12    18 02                 JR     ERR0
                      ;
EB14    3E 01         ERR:    LD     A,1
EB16    32 EB3C       ERR0:   LD     (ECODE),A
EB19    CD EBD9               CALL   PSET          ;ERASE CURSOR
EB1C    ED 5B EB29            LD     DE,(RETVA)
EB20    21 EB31               LD     HL,X1
EB23    01 0018               LD     BC,PSIZE
EB26    ED B0                 LDIR
EB28    C9                    RET
                      ;
EB29                  RETVA:  DS     2        ;RETURN VALUE ADD.
EB2B                  X0:     DS     2        ;BUFF.
EB2D                  Y0:     DS     2        ;BUFF.
EB2F                  DFMC:   DS     2        ;DEFAULT CURSOR
                      ;
EB31                  X1:     DS     2        ;X POSITION
EB33                  Y1:     DS     2        ;Y POSITION
EB35                  BMASK:  DS     4        ;BUTTON CONDITION
EB39                  MSDATA: DS     3        ;MOUSE DATA
EB3C                  ECODE:  DS     1        ;ERROR CODE
EB3D                  MC:     DS     2        ;MOUSE CURSOR PAT ADD
EB3F                  MCCOL:  DS     1        ;MOUSE CURSOR COLOR
EB40                  XL:     DS     2        ;X UNDER LIMIT
EB42                  XR:     DS     2        ;X UPPER LIMIT
EB44                  YU:     DS     2        ;Y UNDER LIMIT
EB46                  YD:     DS     2        ;Y UPPER LIMIT
EB48                  MODE:   DS     1        ;WIDTH AND WRITE PAT
                      ;
EB49    01 1F93       MSIN:   LD     BC,ZSIO+3
EB4C    3E 05                 LD     A,5      ;->WR5
EB4E    ED 79                 OUT    (C),A    ;WR5 SELECT
EB50    AF                    XOR    A
EB51    ED 79                 OUT    (C),A    ;RTS High
                      ;
EB53    16 80                 LD     D,80H
EB55    15            MSINW:  DEC    D        ;WAIT
EB56    20 FD                 JR     NZ,MSINW
                      ;
EB58    3E 05                 LD     A,5
EB5A    ED 79                 OUT    (C),A    ;WR5 SELECT
EB5C    3E 02                 LD     A,2
EB5E    ED 79                 OUT    (C),A    ;RTS Low
```

```
                                ;
EB60    1E 05                           LD      E,5         ;RETRY COUNT
EB62    FD 22 EB80                      LD      (IYBUFF),IY
EB66    16 03                   MSRTRY: LD      D,3         ;COUNT
                                ;
EB68    CD EB82                 MSINL:  CALL    MSGET
EB6B    38 09                           JR      C,FAIL
EB6D    FD 77 00                        LD      (IY+0),A
EB70    FD 23                           INC     IY
EB72    15                              DEC     D
EB73    20 F3                           JR      NZ,MSINL
EB75    C9                              RET
                                ;
EB76    FD 2A EB80              FAIL:   LD      IY,(IYBUFF)
EB7A    1D                              DEC     E
EB7B    20 E9                           JR      NZ,MSRTRY
                                ;
EB7D    C3 EB14                         JP      ERR
                                ;
EB80                            IYBUFF: DS      2
                                ;
EB82    01 1F93                 MSGET:  LD      BC,ZSIO+3
EB85    21 0000                         LD      HL,0000H
EB88    2B                      MSGET0: DEC     HL
EB89    7C                              LD      A,H
EB8A    B5                              OR      L
EB8B    28 0D                           JR      Z,LATE
                                ;
EB8D    AF                              XOR     A
EB8E    ED 79                           OUT     (C),A       ;RR0 SELECT
EB90    ED 78                           IN      A,(C)
EB92    1F                              RRA                 ;Bit0 ON?
EB93    30 F3                           JR      NC,MSGET0
                                ;
EB95    0B                              DEC     BC          ;BC=1F92H
EB96    ED 78                           IN      A,(C)       ;GET DATA
EB98    B7                              OR      A           ;RESET CARRY FLAG
EB99    C9                              RET
                                ;
EB9A    D5                      LATE:   PUSH    DE
EB9B    CD EBA5                         CALL    SETMS
EB9E    D1                              POP     DE
                                ;
                                ;HL=0000H
EB9F    2B                      LATE0:  DEC     HL
EBA0    7C                              LD      A,H
EBA1    B5                              OR      L
EBA2    20 FB                           JR      NZ,LATE0
                                ;
EBA4    C9                              RET
                                ;
                                ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
EBA5    F3                      SETMS:  DI
EBA6    CD EBAE                         CALL    SETCTC
EBA9    CD EBBA                         CALL    SETSIO
EBAC    FB                              EI                  ;INITIALIZE
EBAD    C9                              RET
                                ;
EBAE    01 1FA2                 SETCTC: LD      BC,ZCTC+2           ;CTC2=CHANNEL B
EBB1    3E 47                           LD      A,01000111B         ;MODE
EBB3    ED 79                           OUT     (C),A
EBB5    3E 1A                           LD      A,26                ;TIME CONSTANT
EBB7    ED 79                           OUT     (C),A
EBB9    C9                              RET
                                ;
EBBA    01 1F93                 SETSIO: LD      BC,ZSIO+3           ;CHANNEL B
EBBD    21 EBCA                         LD      HL,SIODAT
EBC0    16 0F                           LD      D,15                ;COUNT
EBC2    7E                      SIOL:   LD      A,(HL)
EBC3    23                              INC     HL
EBC4    ED 79                           OUT     (C),A
EBC6    15                              DEC     D
EBC7    20 F9                           JR      NZ,SIOL
                                ;
EBC9    C9                              RET
                                ;
EBCA    18                      SIODAT: DB      00011000B
EBCB    01 00                           DB      1,00H
EBCD    02 70                           DB      2,70H
EBCF    04 44                           DB      4,01000100B
```

```
EBD1     05 00                DB      5,00H
EBD3     06 00                DB      6,00H
EBD5     07 00                DB      7,00H
EBD7     03 C1                DB      3,11000001B
                      ;
                      ;HL=Y1,BC=X1,DE=addr
EBD9     ED 4B EB31   PSET:   LD      BC,(X1)
EBDD     2A EB33              LD      HL,(Y1)
EBE0     ED 5B EB3D           LD      DE,(MC)
EBE4     7A                   LD      A,D
EBE5     B3                   OR      E        ;DE=0000 ?
EBE6     20 04                JR      NZ,PSET1
EBE8     ED 5B EB2F           LD      DE,(DFMC)        ;DEFAULT CURSOR
EBEC     3A EB3F      PSET1:  LD      A,(MCCOL)
EBEF     CD EBF8              CALL    PAT
EBF2     C9                   RET
                      ;
EBF3                  PATD:   DS      2
EBF5                  PATB:   DS      2
EBF7                  COLOR:  DS      1
                      ;
                      ;HL=Y1,BC=X1,DE=PATTERN ADD.
                      ;
EBF8     ED 53 EBF3   PAT:    LD      (PATD),DE        ;SRORE PAT. ADD.
EBFC     0F                   RRCA
EBFD     0F                   RRCA
EBFE     32 EBF7              LD      (COLOR),A        ;STORE COLOR
                      ;
EC01     CD EC6E              CALL XYADDR
EC04     22 EBF5              LD      (PATB),HL        ;STORE BEGIN ADD
R
                      ;discard MASK
EC07     6A                   LD      L,D
EC08     26 00                LD      H,0
EC0A     29                   ADD     HL,HL
EC0B     ED 5B EBF3           LD      DE,(PATD)
EC0F     19                   ADD     HL,DE
EC10     11 EBF3              LD      DE,PATD
EC13     01 0002              LD      BC,2
EC16     ED B0                LDIR
                      ;
EC18     2A EBF3      PATGO:  LD      HL,(PATD)
EC1B     ED 4B EBF5           LD      BC,(PATB)
EC1F     78                   LD      A,B
EC20     E6 C0                AND     0C0H
EC22     5F                   LD      E,A      ;E=40H,80H or C0H
EC23     57                   LD      D,A
EC24     E2 EC29              JP      PO,PATGO1        ;D=C0H ?
EC27     16 01                LD      D,01H
EC29     3A EBF7      PATGO1: LD      A,(COLOR)
EC2C     A2                   AND     D        ;D=40H,80H or 01H
EC2D     C4 EC3D              CALL    NZ,PATW
                      ;
EC30     2A EBF5              LD      HL,(PATB)
EC33     01 4000              LD      BC,4000H
EC36     09                   ADD     HL,BC
EC37     D8                   RET     C
EC38     22 EBF5              LD      (PATB),HL
EC3B     18 DB                JR      PATGO
                      ;.........................
EC3D     7E           PATW:   LD      A,(HL)
EC3E     08                   EX      AF,AF'   ;A' HOLDS XCOUNT
EC3F     23                   INC     HL
EC40     7E                   LD      A,(HL)
EC41     23                   INC     HL       ;HL=PAT-ADDR
EC42     D9                   EXX
EC43     57                   LD      D,A      ;D'=YCOUNT
EC44     D9                   EXX
                      ;
EC45     C5           YLOPWB: PUSH    BC       ;SAVE GPR-ADDR
EC46     08                   EX      AF,AF'
EC47     57                   LD      D,A      ;D=A'=XCOUNT
EC48     08                   EX      AF,AF'   ;GET XCOUNT
                      ;
EC49     ED 78        XLOPWB: IN      A,(C)
EC4B     AE                   XOR     (HL)
EC4C     ED 79                OUT     (C),A
EC4E     23                   INC     HL
EC4F     03                   INC     BC       ;OUT 1 BYTE
                      ;
```

```
 EC50     15                    DEC     D
 EC51     C2 EC49               JP      NZ,XLOPWB         ;SAME LINE GO ON
                       ;DOWN 1 LINE
                       ;
 EC54     C1                    POP     BC        ;BACK ADDR
 EC55     E5                    PUSH    HL        ;SAVE P-ADDR
                       ;
 EC56     3E 08                 LD      A,08H     ;VECTOR DOWN
 EC58     80                    ADD     A,B       ;BC=ADDR, ADD HIGH BYTE
 EC59     47                    LD      B,A
 EC5A     E6 C0                 AND     0C0H      ;MASK 11000000
 EC5C     BB                    CP      E         ;CHECK IN?
 EC5D     CA EC66               JP      Z,DONEWB          ;OK MASK
                       ;
 EC60     21 C050      PATCH1:  LD      HL,0C050H
                       ;OR       LD      HL,0C028H (WIDTH 40)
 EC63     09                    ADD     HL,BC
 EC64     44                    LD      B,H
 EC65     4D                    LD      C,L
                       ;
 EC66     E1           DONEWB:  POP     HL
 EC67     D9                    EXX
 EC68     15                    DEC     D
 EC69     D9                    EXX
 EC6A     C2 EC45               JP      NZ,YLOPWB
                       ;
 EC6D     C9                    RET
                       ;
                       ;ADDR=4000H+(X1>>3)+((Y1 & 7)<<11) +(Y1>>3)*80
                       ;ADDR=4000H+(BC/8) +((L AND 7)<<11)+(HL/8) *80
                       ;HL=Y1,BC=X1,BREAKS HL,A,BC,DE
                       ;return HL=addr,A=mask,D=count
                       ;
 EC6E     7D           XYADDR:  LD      A,L       ;SAVE L
 EC6F     CD EC99               CALL    DIV8      ;HL=HL/8
                       ;
 EC72     54                    LD      D,H
 EC73     5D                    LD      E,L       ;DE=HL
                       ;
 EC74     29                    ADD     HL,HL     ;
 EC75     29                    ADD     HL,HL     ;80=16*5
 EC76     19                    ADD     HL,DE     ;HL=5
 EC77     29                    ADD     HL,HL     ;10
 EC78     29                    ADD     HL,HL     ;20
 EC79     29                    ADD     HL,HL     ;40
 EC7A     29           PATCH2:  ADD     HL,HL     ;80      ;HL=(HL/8)*80
                       ;OR       NOP                        (WIDTH 40)
                       ;
 EC7B     E6 07                 AND     07H       ;A=(L AND 7)
 EC7D     87                    ADD     A,A
 EC7E     87                    ADD     A,A
 EC7F     87                    ADD     A,A       ;A=((L AND 7)<<3)
                       ;
 EC80     C6 40                 ADD     A,040H    ;ADD 4000H
 EC82     57                    LD      D,A
 EC83     1E 00                 LD      E,00H
                       ;DE=4000H+((L AND 7)<<(3+8))
 EC85     19                    ADD     HL,DE     ;LAST 2 AND 1ST WERE DON
E
 EC86     EB                    EX      DE,HL     ;HDE=HL (SAVE)
                       ;
 EC87     60                    LD      H,B
 EC88     69                    LD      L,C       ;HL=BC
                       ;
 EC89     7D                    LD      A,L       ;FOR bit7-0(BC=X1)
 EC8A     CD EC99               CALL    DIV8      ;HL=HL/8
 EC8D     19                    ADD     HL,DE     ;BADDR DONE
                       ;NOW HL= BEGIN ADDR
                       ;
 EC8E     E6 07                 AND     07H       ;CALC bit7-0
 EC90     47                    LD      B,A
 EC91     57                    LD      D,A
 EC92     3E 80                 LD      A,080H
                       ;
 EC94     C8                    RET     Z         ;bit7 (<-AND 07H)

 EC95     0F           SFLP:    RRCA
 EC96     10 FD                 DJNZ    SFLP
 EC98     C9                    RET
                       ;
                       ;Now Acc has mask of 1 dot,
```

```
                                        ;HL has result (address),
                                        ;D has mask count (0-7).
                                        ;
  EC99      CB 3C                       DIV8:     SRL       H
  EC9B      CB 1D                                 RR        L
  EC9D      CB 3C                                 SRL       H
  EC9F      CB 1D                                 RR        L
  ECA1      CB 3C                                 SRL       H
  ECA3      CB 1D                                 RR        L
  ECA5      C9                                    RET
                                        ;
                                        ;DEFAULT MOUSE CURSOR
  ECA6      ECB6 ECD6                   ARW8:     DW        ARW80,ARW81 ;BIT SHIFTED PATTERN
S
  ECAA      ECF6 ED16                             DW        ARW82,ARW83
  ECAE      ED36 ED56                             DW        ARW84,ARW85
  ECB2      ED80 EDAA                             DW        ARW86,ARW87
                                        ;
  ECB6      03 0A                       ARW80:    DB        3,10
  ECB8      FF FC 00                              DB        0FFH,0FCH,000H
  ECBB      FF F0 00                              DB        0FFH,0F0H,000H
  ECBE      FF C0 00                              DB        0FFH,0C0H,000H
  ECC1      FF F0 00                              DB        0FFH,0F0H,000H
  ECC4      FF FC 00                              DB        0FFH,0FCH,000H
  ECC7      F3 FF 00                              DB        0F3H,0FFH,000H
  ECCA      C0 FF C0                              DB        0C0H,0FFH,0C0H
  ECCD      00 3F F0                              DB        000H,03FH,0F0H
  ECD0      00 0F C0                              DB        000H,00FH,0C0H
  ECD3      00 03 00                              DB        000H,003H,000H
                                        ;
  ECD6      03 0A                       ARW81:    DB        3,10
  ECD8      7F FE 00                              DB        07FH,0FEH,000H
  ECDB      7F F8 00                              DB        07FH,0F8H,000H
  ECDE      7F E0 00                              DB        07FH,0E0H,000H
  ECE1      7F F8 00                              DB        07FH,0F8H,000H
  ECE4      7F FE 00                              DB        07FH,0FEH,000H
  ECE7      79 FF 80                              DB        079H,0FFH,080H
  ECEA      60 7F E0                              DB        060H,07FH,0E0H
  ECED      00 1F F8                              DB        000H,01FH,0F8H
  ECF0      00 07 E0                              DB        000H,007H,0E0H
  ECF3      00 01 80                              DB        000H,001H,080H
                                        ;
  ECF6      03 0A                       ARW82:    DB        3,10
  ECF8      3F FF 00                              DB        03FH,0FFH,000H
  ECFB      3F FC 00                              DB        03FH,0FCH,000H
  ECFE      3F F0 00                              DB        03FH,0F0H,000H
  ED01      3F FC 00                              DB        03FH,0FCH,000H
  ED04      3F FF 00                              DB        03FH,0FFH,000H
  ED07      3C FF C0                              DB        03CH,0FFH,0C0H
  ED0A      30 3F F0                              DB        030H,03FH,0F0H
  ED0D      00 0F FC                              DB        000H,00FH,0FCH
  ED10      00 03 F0                              DB        000H,003H,0F0H
  ED13      00 00 C0                              DB        000H,000H,0C0H
                                        ;
  ED16      03 0A                       ARW83:    DB        3,10
  ED18      1F FF 80                              DB        01FH,0FFH,080H
  ED1B      1F FE 00                              DB        01FH,0FEH,000H
  ED1E      1F F8 00                              DB        01FH,0F8H,000H
  ED21      1F FE 00                              DB        01FH,0FEH,000H
  ED24      1F FF 80                              DB        01FH,0FFH,080H
  ED27      1E 7F E0                              DB        01EH,07FH,0E0H
  ED2A      18 1F F8                              DB        018H,01FH,0F8H
  ED2D      00 07 FE                              DB        000H,007H,0FEH
  ED30      00 01 F8                              DB        000H,001H,0F8H
  ED33      00 00 60                              DB        000H,000H,060H
                                        ;
  ED36      03 0A                       ARW84:    DB        3,10
  ED38      0F FF C0                              DB        00FH,0FFH,0C0H
  ED3B      0F FF 00                              DB        00FH,0FFH,000H
  ED3E      0F FC 00                              DB        00FH,0FCH,000H
  ED41      0F FF 00                              DB        00FH,0FFH,000H
  ED44      0F FF C0                              DB        00FH,0FFH,0C0H
  ED47      0F 3F F0                              DB        00FH,03FH,0F0H
  ED4A      0C 0F FC                              DB        00CH,00FH,0FCH
  ED4D      00 03 FF                              DB        000H,003H,0FFH
  ED50      00 00 FC                              DB        000H,000H,0FCH
  ED53      00 00 30                              DB        000H,000H,030H
                                        ;
  ED56      04 0A                       ARW85:    DB        4,10
  ED58      07 FF E0 00                           DB        007H,0FFH,0E0H,000H
  ED5C      07 FF 80 00                           DB        007H,0FFH,080H,000H
```

```
ED60    07 FE 00 00                 DB      007H,0FEH,000H,000H
ED64    07 FF 80 00                 DB      007H,0FFH,080H,000H
ED68    07 FF E0 00                 DB      007H,0FFH,0E0H,000H
ED6C    07 9F F8 00                 DB      007H,09FH,0F8H,000H
ED70    06 07 FE 00                 DB      006H,007H,0FEH,000H
ED74    00 01 FF 80                 DB      000H,001H,0FFH,080H
ED78    00 00 7E 00                 DB      000H,000H,07EH,000H
ED7C    00 00 18 00                 DB      000H,000H,018H,000H
                            ;
ED80    04 0A               ARW86:  DB      4,10
ED82    03 FF F0 00                 DB      003H,0FFH,0F0H,000H
ED86    03 FF C0 00                 DB      003H,0FFH,0C0H,000H
ED8A    03 FF 00 00                 DB      003H,0FFH,000H,000H
ED8E    03 FF C0 00                 DB      003H,0FFH,0C0H,000H
ED92    03 FF F0 00                 DB      003H,0FFH,0F0H,000H
ED96    03 CF FC 00                 DB      003H,0CFH,0FCH,000H
ED9A    03 03 FF 00                 DB      003H,003H,0FFH,000H
ED9E    00 00 FF C0                 DB      000H,000H,0FFH,0C0H
EDA2    00 00 3F 00                 DB      000H,000H,03FH,000H
EDA6    00 00 0C 00                 DB      000H,000H,00CH,000H
                            ;
EDAA    04 0A               ARW87:  DB      4,10
EDAC    01 FF F8 00                 DB      001H,0FFH,0F8H,000H
EDB0    01 FF E0 00                 DB      001H,0FFH,0E0H,000H
EDB4    01 FF 80 00                 DB      001H,0FFH,080H,000H
EDB8    01 FF E0 00                 DB      001H,0FFH,0E0H,000H
EDBC    01 FF F8 00                 DB      001H,0FFH,0F8H,000H
EDC0    01 E7 FE 00                 DB      001H,0E7H,0FEH,000H
EDC4    01 81 FF 80                 DB      001H,081H,0FFH,080H
EDC8    00 00 7F E0                 DB      000H,000H,07FH,0E0H
EDCC    00 00 1F 80                 DB      000H,000H,01FH,080H
EDD0    00 00 06 00                 DB      000H,000H,006H,000H
                            ;
EDD4    EDE4 EDFA           ARW4:   DW      ARW40,ARW41  ;BIT SHIFTED PATTERN
S
EDD8    EE10 EE26                   DW      ARW42,ARW43
EDDC    EE3C EE52                   DW      ARW44,ARW45
EDE0    EE68 EE7E                   DW      ARW46,ARW47
                            ;
EDE4    02 0A               ARW40:  DB      2,10
EDE6    FE 00                       DB      0FEH,000H
EDE8    FC 00                       DB      0FCH,000H
EDEA    F8 00                       DB      0F8H,000H
EDEC    FC 00                       DB      0FCH,000H
EDEE    FE 00                       DB      0FEH,000H
EDF0    DF 00                       DB      0DFH,000H
EDF2    8F 80                       DB      08FH,080H
EDF4    07 C0                       DB      007H,0C0H
EDF6    03 80                       DB      003H,080H
EDF8    01 00                       DB      001H,000H
                            ;
EDFA    02 0A               ARW41:  DB      2,10
EDFC    7F 00                       DB      07FH,000H
EDFE    7E 00                       DB      07EH,000H
EE00    7C 00                       DB      07CH,000H
EE02    7E 00                       DB      07EH,000H
EE04    7F 00                       DB      07FH,000H
EE06    6F 80                       DB      06FH,080H
EE08    47 C0                       DB      047H,0C0H
EE0A    03 E0                       DB      003H,0E0H
EE0C    01 C0                       DB      001H,0C0H
EE0E    00 80                       DB      000H,080H
                            ;
EE10    02 0A               ARW42:  DB      2,10
EE12    3F 80                       DB      03FH,080H
EE14    3F 00                       DB      03FH,000H
EE16    3E 00                       DB      03EH,000H
EE18    3F 00                       DB      03FH,000H
EE1A    3F 80                       DB      03FH,080H
EE1C    37 C0                       DB      037H,0C0H
EE1E    23 E0                       DB      023H,0E0H
EE20    01 F0                       DB      001H,0F0H
EE22    00 E0                       DB      000H,0E0H
EE24    00 40                       DB      000H,040H
                            ;
EE26    02 0A               ARW43:  DB      2,10
EE28    1F C0                       DB      01FH,0C0H
EE2A    1F 80                       DB      01FH,080H
EE2C    1F 00                       DB      01FH,000H
EE2E    1F 80                       DB      01FH,080H
EE30    1F C0                       DB      01FH,0C0H
```

```
EE32    1B E0                DB      01BH,0E0H
EE34    11 F0                DB      011H,0F0H
EE36    00 F8                DB      000H,0F8H
EE38    00 70                DB      000H,070H
EE3A    00 20                DB      000H,020H
                     ;
EE3C    02 0A        ARW44:  DB      2,10
EE3E    0F E0                DB      00FH,0E0H
EE40    0F C0                DB      00FH,0C0H
EE42    0F 80                DB      00FH,080H
EE44    0F C0                DB      00FH,0C0H
EE46    0F E0                DB      00FH,0E0H
EE48    0D F0                DB      00DH,0F0H
EE4A    08 F8                DB      008H,0F8H
EE4C    00 7C                DB      000H,07CH
EE4E    00 38                DB      000H,038H
EE50    00 10                DB      000H,010H
                     ;
EE52    02 0A        ARW45:  DB      2,10
EE54    07 F0                DB      007H,0F0H
EE56    07 E0                DB      007H,0E0H
EE58    07 C0                DB      007H,0C0H
EE5A    07 E0                DB      007H,0E0H
EE5C    07 F0                DB      007H,0F0H
EE5E    06 F8                DB      006H,0F8H
EE60    04 7C                DB      004H,07CH
EE62    00 3E                DB      000H,03EH
EE64    00 1C                DB      000H,01CH
EE66    00 08                DB      000H,008H
                     ;
EE68    02 0A        ARW46:  DB      2,10
EE6A    03 F8                DB      003H,0F8H
EE6C    03 F0                DB      003H,0F0H
EE6E    03 E0                DB      003H,0E0H
EE70    03 F0                DB      003H,0F0H
EE72    03 F8                DB      003H,0F8H
EE74    03 7C                DB      003H,07CH
EE76    02 3E                DB      002H,03EH
EE78    00 1F                DB      000H,01FH
EE7A    00 0E                DB      000H,00EH
EE7C    00 04                DB      000H,004H
                     ;
EE7E    03 0A        ARW47:  DB      3,10
EE80    01 FC 00             DB      001H,0FCH,000H
EE83    01 F8 00             DB      001H,0F8H,000H
EE86    01 F0 00             DB      001H,0F0H,000H
EE89    01 F8 00             DB      001H,0F8H,000H
EE8C    01 FC 00             DB      001H,0FCH,000H
EE8F    01 BE 00             DB      001H,0BEH,000H
EE92    01 1F 00             DB      001H,01FH,000H
EE95    00 0F 80             DB      000H,00FH,080H
EE98    00 07 00             DB      000H,007H,000H
EE9B    00 02 00             DB      000H,002H,000H
                     ;
                             END
```

リスト6-3　マウスドライバ(リスト6-2)のダンプリスト，もしくは
"MOUSE.OBJ"でセーブしてねとあの子が言った

```
EA00 EB 5E 23 56 EB 22 29 EB : E3
EA08 11 31 EB 01 18 00 ED B0 : E3
EA10 3E 50 32 61 EC 3E 29 32 : A6
EA18 7A EC 3E 28 32 AC EA 21 : B5
EA20 A6 EC 22 2F EB 3A 48 EB : 3B
EA28 0F 38 17 47 3E 28 32 61 : 9E
EA30 EC 3E 00 32 7A EC 3E 18 : 18
EA38 32 AC EA 21 D4 ED 22 2F : FB
EA40 EB 78 0F 30 04 CD D9 EB : 37
EA48 C9 2A 31 EB 22 2B EB 2A : 71
EA50 33 EB 22 2D EB CD DC EA : EB
EA58 E6 03 28 05 3E 02 C3 16 : 2F
EA60 EB CD A5 EB CD D9 EB FD : D6
EA68 21 39 EB CD 49 EB 3A 39 : B9
EA70 EB F5 FD 21 39 EB CD 49 : 38
```

```
EA78 EB F1 B7 20 11 21 35 EB : 05
-----------------------------------
SUM: 36 55 6F EF 47 DE 8D 00 1738

EA80 3A 39 EB E6 03 06 04 BE : 0F
EA88 23 CA 11 EB 10 F9 21 3A : 4D
EA90 EB 7E 23 B6 28 D8 3A 3A : B6
EA98 EB CD 0A EB 2A 31 EB 19 : 0C
EAA0 22 2B EB 3A 3B EB CD 0A : 6F
EAA8 EB 3E 01 BB 28 04 CB 2A : 06
EAB0 CB 1B 2A 33 EB 19 22 2D : 96
EAB8 EB CD DC EA FE 03 28 AE : 55
EAC0 F5 CD D9 EB F1 0F 38 06 : C4
EAC8 2A 2B EB 22 31 EB 0F 38 : C5
EAD0 06 2A 2D EB 22 33 EB CD : 55
```

```
EAD8  D9  EB  18  92  AF  ED  5B  44  :  A9
EAE0  EB  2A  2D  EB  B7  ED  52  38  :  5B
EAE8  09  ED  5B  2D  EB  2A  46  EB  :  C4
EAF0  ED  52  17  ED  5B  40  EB  2A  :  F3
EAF8  2B  EB  B7  ED  52  38  09  ED  :  3A
---------------------------------------
SUM:  00  00  7A  00  F3  BC  45  E3  B461

EB00  5B  2B  EB  2A  42  EB  ED  52  :  07
EB08  17  C9  5F  16  00  07  D0  15  :  41
EB10  C9  AF  18  02  3E  01  32  3C  :  3F
EB18  EB  CD  D9  EB  ED  5B  29  EB  :  D8
EB20  21  31  EB  01  18  00  ED  B0  :  F3
EB28  C9  1F  37  CD  FC  0C  E6  A3  :  7D
EB30  47  E6  80  78  CA  32  1F  32  :  72
EB38  BE  3E  06  80  22  BF  3E  E6  :  87
EB40  10  C4  A9  04  3A  EA  3C  87  :  68
EB48  3E  01  93  1F  3E  05  ED  79  :  9A
EB50  AF  ED  79  16  80  15  20  FD  :  DD
EB58  3E  05  ED  79  3E  02  ED  79  :  4F
EB60  1E  05  FD  22  80  EB  16  03  :  C6
EB68  CD  82  EB  38  09  FD  77  00  :  EF
EB70  FD  23  15  20  F3  C9  FD  2A  :  38
EB78  80  EB  1D  20  E9  C3  14  EB  :  53
---------------------------------------
SUM:  B8  30  9F  3F  08  C5  1C  87  0616

EB80  1C  E5  01  93  1F  21  00  00  :  D5
EB88  2B  7C  B5  28  0D  AF  ED  79  :  A6
EB90  ED  78  1F  30  F3  0B  ED  78  :  17
EB98  B7  C9  D5  CD  A5  EB  D1  2B  :  AE
EBA0  7C  B5  20  FB  C9  F3  CD  AE  :  83
EBA8  EB  CD  BA  EB  FB  C9  01  A2  :  C4
EBB0  1F  3E  47  ED  79  3E  1A  ED  :  4F
EBB8  79  C9  01  93  1F  21  CA  EB  :  CB
EBC0  16  0F  7E  23  ED  79  15  20  :  61
EBC8  F9  C9  18  01  00  02  70  04  :  51
EBD0  44  05  00  06  00  07  00  03  :  59
EBD8  C1  ED  4B  31  EB  2A  33  EB  :  5D
EBE0  ED  5B  3D  EB  7A  B3  20  04  :  C1
EBE8  ED  5B  2F  EB  3A  3F  EB  CD  :  93
EBF0  F8  EB  C9  3D  FE  58  C2  00  :  01
EBF8  ED  53  F3  EB  0F  0F  32  F7  :  65
---------------------------------------
SUM:  BD  E9  D5  77  B9  E6  14  1E  3C14

EC00  EB  CD  6E  EC  22  F5  EB  6A  :  7E
EC08  26  00  29  ED  5B  F3  EB  19  :  8E
EC10  11  F3  EB  01  02  00  ED  B0  :  8F
EC18  2A  F3  EB  ED  4B  F5  EB  78  :  98
EC20  E6  C0  5F  57  E2  29  EC  16  :  69
EC28  01  3A  F7  EB  A2  C4  3D  EC  :  AC
EC30  2A  F5  EB  01  00  40  09  D8  :  2C
EC38  22  F5  EB  18  DB  7E  08  23  :  9E
EC40  7E  23  D9  57  D9  C5  08  57  :  CE
EC48  08  ED  78  AE  ED  79  23  03  :  A7
EC50  15  C2  49  EC  C1  E5  3E  08  :  F8
EC58  80  47  E6  C0  BB  CA  66  EC  :  44
EC60  21  50  C0  09  44  4D  E1  D9  :  85
EC68  15  D9  C2  45  EC  C9  7D  CD  :  F4
EC70  99  EC  54  5D  29  29  19  29  :  CA
EC78  29  29  29  E6  07  87  87  87  :  FD
---------------------------------------
SUM:  92  EE  18  64  CB  3B  B5  4C  15F3

EC80  C6  40  57  1E  00  19  EB  60  :  DF
EC88  69  7D  CD  99  EC  19  E6  07  :  3E
EC90  47  57  3E  80  C8  0F  10  FD  :  40
EC98  C9  CB  3C  CB  1D  CB  3C  CB  :  8A
ECA0  1D  CB  3C  CB  1D  C9  B6  EC  :  77
ECA8  D6  EC  F6  EC  16  ED  36  ED  :  CA
ECB0  56  ED  80  ED  AA  ED  03  0A  :  54
ECB8  FF  FC  00  FF  F0  00  FF  C0  :  A9
ECC0  00  FF  F0  00  FF  FC  00  F3  :  DD
ECC8  FF  00  C0  FF  C0  00  3F  F0  :  AD
ECD0  00  0F  C0  00  03  00  03  0A  :  DF
ECD8  7F  FE  00  7F  F8  00  7F  E0  :  53
ECE0  00  7F  F8  00  7F  FE  00  79  :  6D
ECE8  FF  80  60  7F  E0  00  1F  F8  :  55
ECF0  00  07  E0  00  01  80  03  0A  :  75
ECF8  3F  FF  00  3F  FC  00  3F  F0  :  A8
---------------------------------------
SUM:  43  90  F8  E1  B4  29  2D  0A  FF0E

ED00  00  3F  FC  00  3F  FF  00  3C  :  B5
ED08  FF  C0  30  3F  F0  00  0F  FC  :  29
ED10  00  03  F0  00  00  C0  03  0A  :  C0
ED18  1F  FF  80  1F  FE  00  1F  F8  :  D2
ED20  00  1F  FE  00  1F  FF  80  1E  :  D9
ED28  7F  E0  18  1F  F8  00  07  FE  :  93
ED30  00  01  F8  00  00  60  03  0A  :  66
ED38  0F  FF  C0  0F  FF  00  0F  FC  :  E7
ED40  00  0F  FF  00  0F  FF  C0  0F  :  EB
ED48  3F  F0  0C  0F  FC  00  03  FF  :  48
ED50  00  00  FC  00  00  30  04  0A  :  3A
ED58  07  FF  E0  00  07  FF  80  00  :  6C
ED60  07  FE  00  00  07  FF  80  00  :  8B
ED68  07  FF  E0  00  07  9F  F8  00  :  84
ED70  06  07  FE  00  00  01  FF  80  :  8B
ED78  00  00  7E  00  00  00  18  00  :  96
---------------------------------------
SUM:  06  02  AD  9B  63  EB  A0  F4  A45C

ED80  04  0A  03  FF  F0  00  03  FF  :  02
ED88  C0  00  03  FF  00  00  03  FF  :  C4
ED90  C0  00  03  FF  F0  00  03  CF  :  84
ED98  FC  00  03  03  FF  00  00  00  :  01
EDA0  FF  C0  00  00  3F  00  00  00  :  FE
EDA8  0C  00  04  0A  01  FF  F8  00  :  12
EDB0  01  FF  E0  00  01  FF  80  00  :  60
EDB8  01  FF  E0  00  01  FF  F8  00  :  D8
EDC0  01  E7  FE  00  01  81  FF  80  :  E7
EDC8  00  00  7F  E0  00  00  1F  80  :  FE
EDD0  00  00  06  00  E4  ED  FA  ED  :  BE
EDD8  10  EE  26  EE  3C  EE  52  EE  :  7C
EDE0  68  EE  7E  EE  02  0A  FE  00  :  CC
EDE8  FC  00  F8  00  FC  00  FE  00  :  EE
EDF0  DF  00  8F  80  07  C0  03  80  :  38
EDF8  01  00  02  0A  7F  00  7E  00  :  0A
---------------------------------------
SUM:  E2  8B  80  50  C6  23  60  28  E48B

EE00  7C  00  7E  00  7F  00  6F  80  :  68
EE08  47  C0  03  E0  01  C0  00  80  :  2B
EE10  02  0A  3F  80  3F  00  3E  00  :  48
EE18  3F  00  3F  80  37  C0  23  E0  :  F8
EE20  01  F0  00  E0  00  40  02  0A  :  1D
EE28  1F  C0  1F  80  1F  00  1F  80  :  3C
EE30  1F  C0  1B  E0  11  F0  00  F8  :  D3
EE38  00  70  00  20  02  0A  0F  E0  :  8B
EE40  0F  C0  0F  80  0F  C0  0F  E0  :  1C
EE48  0D  F0  08  F8  00  7C  00  38  :  B1
EE50  00  10  02  0A  07  F0  07  E0  :  FA
EE58  07  C0  07  E0  07  F0  06  F8  :  A3
EE60  04  7C  00  3E  00  1C  00  08  :  E2
EE68  02  0A  03  F8  03  F0  03  E0  :  DD
EE70  03  F0  03  F8  03  7C  02  3E  :  AD
EE78  00  1F  00  0E  00  04  03  0A  :  3E
```

```
---------------------------------
SUM:  6F BF 5F DE 4B 62 24 62 B9D0

EE80  01 FC 00 01 F8 00 01 F0 : E7
EE88  00 01 F8 00 01 FC 00 01 : F7
```

```
EE90  BE 00 01 1F 00 00 0F 80 : 6D
EE98  00 07 00 00 02 00       : 09
---------------------------------
SUM:  BF 04 F9 20 FB FC 10 71 39E5
```

リスト 6-4　マウスが舞うす，もしくは早くパターンエディタになりたい

```
100 CLEAR &HE000
110 IF MEM$(&HEA00,4)<>HEXCHR$("EB 5E 23 56") THEN LOADM "MOUSE.OBJ"
120 DEFUSR0=&HEA00
130 X=100:Y=100
140 MEM$(&HE000,4)=MKI$(X)+MKI$(Y)                      :'X Y
150 'MEM$(&HE000,4)=HEXCHR$("64 00 64 00")               :'X Y
160 MEM$(&HE004,4)=HEXCHR$("01 02 03 04")               :'BUTTON CONDITION
170 MEM$(&HE008,4)=HEXCHR$("00 00 00 00")               :'MOUSE DATA
180 MEM$(&HE00C,3)=HEXCHR$("00 00 04")                  :'MOUSE CURSOR
190 X0=40:X1=240:Y0=24:Y1=160
200 MEM$(&HE00F,8)=MKI$(X0)+MKI$(X1-1)+MKI$(Y0)+MKI$(Y1-1)
210 'MEM$(&HE00F,8)=HEXCHR$("28 00 EF 00 18 00 9F 00"):'AREA
220 MEM$(&HE017,1)=HEXCHR$("00")                        :'MODE
230 WIDTH40
240 '
250 'MEM$(&HE00C,3) =HEXCHR$("80 D0 07"):'ﾄ ｽﾙﾄ CURSOR ｶﾞ '.' ﾆ ﾅﾙ
260 'MEM$(&HE080,16)=HEXCHR$("90 D0 93 D0 96 D0 99 D0 9C D0 9F D0 A2 D0 A5 D0")
270 'MEM$(&HE090,16)=HEXCHR$("01 01 80 01 01 40 01 01 20 01 01 10 01 01 08 01")
280 'MEM$(&HE0A0,16)=HEXCHR$("01 04 01 01 02 01 01 01")
290 CLS 4:INIT
300 LINE(X0-1,Y0-1)-(X1,Y1),PSET,7,B
310 LINE((X0-1)/8,(Y0-1)/8)-((X1-8)/8,(Y1-8)/8),CHR$(225),BF
320 '
330 D$=USR0(CHR$(&H0,&HE0))
340 '
350 BT=PEEK(&HE008) AND 3
360 IF BT=3 THEN WIDTH80:END
370 IF BT=1 THEN C=224:GOSUB "PSET"
380 IF BT=2 THEN C=225:GOSUB "PSET"
390 GOTO 330
400 '
410 LABEL"PSET"
420 X=CVI(MEM$(&HE000,2)):X=INT(X/8)
430 Y=CVI(MEM$(&HE002,2)):Y=INT(Y/8)
440 PSET(X+239+1,Y+159+1,(225-C)*7)
450 LOCATEX,Y:PRINTCHR$(C);:RETURN
```

打ち込んだなら，

SAVEM "MOUSE. OBJ", &HEA00, &HEE9D

でセーブしていただきたい（テープでも可だけど，はっきり言ってマウスより先にディスクを買うべきである）。次にリスト 6-4 を RUN する（おっと，turbo BASIC の場合は事前に「KMODE 0」を実行しておくこと）。するとディスクが回り，"MOUSE. OBJ" がロードされた後，何やらパターンエディタもどきの画面になるであろう。セコイことにモノクロで，**気分の良いことに**セーブ機能などは一切付いていない。なぜならばこのプログラムは，私が苦心してデザインしたマウスカーソル（本当はただの左上向きの矢印だけど）が，画面を華麗に舞う姿を楽しむためだけ，のものだからである。左側のボタンを押すと白丸が，右側のボタンを押すと中抜き丸が表示されるであろう。終わりたいときは両方のボタンを**同時に**押すのであるが，人間の指はどうしても左右のボタンを押すのに時間差を生じてしまうらしく，なかなかに難しいはずである。いざとなったら，SHIFT＋BREAK をちょんと押した後，どちらか片方のボタンで BREAK する。

まずはリスト 6-4 の説明，すなわちリスト 6-3 の機械語ルーチンの使い方である。140〜220 行はパラメータの指定である。中身は，

① マウスカーソルの位置（X，Y の順）

2 バイトの値で指定する。MKI$の使い方に注意。合計 4 バイトである。

② どのボタンが押されたらリターンするか

これは 4 とおり指定できる。

00_H＝ボタンが押されてなかったら RET

01_H＝左側ボタンだけが押されたら RET

02_H＝右側ボタンだけが押されたら RET

03_H＝両側とも押されたら RET

04_H＝無効

リスト 6-4 では，とにかく何かボタンが押されたら RET するように 01_H，02_H，03_Hの 3 とおりを指定している。04_Hは「詰め物」のよーなものである。合計 4 バイト。

③ マウスデータ

最初の 3 バイトには，最後にマウスから読み出された生のデータが入っている。4 バイト目はエラーコードである。

00_H→正常

01_H→マウスがつながっていないなど

02_H→マウスカーソルの位置が，最初からウィンドウの外側にある。

合計 4 バイト。

④ マウスカーソルの形状，色の指定

最初の 2 バイトはカーソル用のグラフィックのデータが格納されているアドレスである。0000_Hを指定すると，デフォルトの左上向き矢印になる。3 バイト目は色の指定。リスト 6-4 では緑になっている。合計 3 バイト。

⑤ ウィンドウ（移動範囲）の指定

X 方向の下限値，X 方向の上限値，Y 方向の下限値，Y 方向の上限値，の順に指定する。それぞれ 2 バイトの値である。リスト 5 では，マウスカーソルの左上端の位置が，(40，24)－(240－1，160－1）の囲いの中から出ないようにしている。合計 8 バイト。

⑥ モードの指定

第 0 ビットはWIDTHの指定。0 なら40字モード，1 なら80字モードとなる。第 1 ビットはマウス動作をするか，ただのグラフィック描画をするかのフラグである。0 ならマウス動作，1 なら④で指定されたマウスカーソルを XOR モードで表示するだけですぐ RET する。合計 1 バイト。

ま，大体以上なわけである。よって，正しいリスト 6-3 の使い方は，①～⑥のパラメータを指定して，330 行のようにそのパラメータの先頭番地をもって，USR 命令である。その後，ボタンの状態を知りたいのなら③の先頭 1 バイト（リスト 6-4 では $E008_H$番地）を PEEK して AND 3，マウスカーソルの位置を知りたいなら，420 行，430 行のようにすればよい。その後 8 で割っているのはキャラクタの位置に変換しているのだから勘違いはしないように。

それではたちまちリスト 6-2 の説明に入る。最初の $EA0F_H$まではパラメータの転送など

である。扱いやすいようにEB31$_H$からの24バイトに転送して使うのである（RETするときには，元に転送し直す）。

次からEA41$_H$までは，40/80字モードの切り換えで，プログラムを直接書き換えるという最低のテクニックを使っている。パラメータの⑥の第1ビットが1ならば，EA45$_H$番地に来てたちまちRET，さもなくばEA49$_H$からのマウスドライバに入る。

後は詳しい説明はしないで，サブルーチンの説明にとどめておく。

CIN＝EADC$_H$は，（X0，Y0）がウィンドウの中に入っているかどうかの判定ルーチン。ウィンドウの中に入っていなければAレジスタのビットを立てる（ビット1はY，ビット0はX）。

XSIGN＝EB0A$_H$は8ビットの符号付きのEレジスタを16ビット値にしてDEレジスタに入れるもの。

MSIN　　＝EB49$_H$はマウスからの入力
SETMS　＝EBA5$_H$はマウスのイニシャライズ
PAT　　　＝EBF8$_H$はマウスカーソルの描画
XYADDR＝EC6E$_H$は座標(X，Y)からG-RAMのアドレスを計算するルーチン

そして，ECA6$_H$以降はグラフィックデータである。グラフィックデータは描画をスムースにするため，あらかじめ1ビットずつシフトしたデータを8とおり用意しておく方法を採っている。メモリをけちって，実行時にいちいちシフトさせるとマウスの操作性がガクンと落ちるのである。40字モードと80字モードの2とおりのデータで500バイト近くある。清く正しいプログラムでは，起動直前にシフトしたデータを作るべきなのであるが，**しっかり手抜きを**しているわけである。

では，「マウスを生かすも殺すもソフトしだい」とつぶやきつつ，この章を終わるのである。

第7章

通 信

通信だってするのである

第7章
通信だってするのである・・・・・・・

この章では前章の舌の根も乾かぬうちに通信をするのである。具体的には CZ-8BM2（RS-232C・マウスボード）用のコントロールプログラムなのである。プログラムは turbo BASIC の RS-232C 関係の命令と同等のことができるようにすることを目的として作った。よって turbo ユーザーにとっては，基本的にお呼びでない。しかしプログラム中の SIO，CTC のアドレスをずらし，さらに CZ-8FB01 を使うか（もしくは CZ-8FB02 であっても割り込みベクトルのつじつまを合わせる）すれば turbo でも使えることは使えるから，「BASIC に依存しない通信プログラム」を作る際の参考ぐらいにはなるであろう。

で，実は CZ-8BM2 にはカセットに入ったアプリケーションプログラム（機械語）が付いてくるのであるが，どうやらこの章のプログラムはそれよりはましなものになったようである。

ところで通信であるが，私の持論では**「通信＝不毛」**ということになっている。誰が何と言っても現時点では（1987 年である）NTT が儲かるだけなのだ。モデムに必要なモジュラージャックを取り付ける工事だけで何千円もボるそうな（資格のない人が取り付けるのは禁止されている）。また，日本ではぼちぼちと通信速度が 1200 bps，さらにはそれ以上へと移行しつつあるようだが，はっきり言ってそれでもまだタコなのである。そして一番の問題は「パソコン通信なんかやってて何が面白いの？」である。おそらく面白いのは CHAT だけであろう。後は PDS（パブリックドメインソフト）が手に入るなどというメリットもあるが，よーするに現状のパソコン通信は「それだけのもの」なのである。

もう少し言わせてもらうと，**私は CHAT が嫌いである。**やってみれば楽しいのだろうが，それでも嫌いである。なぜかと言うと，文明社会の「ユガミ」みたいなものを感じてしまうからなのだ。これはあくまでも想像するだけなのだが，CHAT の情熱の嵐に巻き込まれたら最後なのではないだろうか。すなわち CHAT に命をかけているよーな人は，他人とのコミュニケーションにどっかこっか問題があるのではないかと思えるのである。面と向かって肉声で話すよりも，キーボードをパコパコ叩いて文字で話す方がいいなんて，なんか不自然だろう。

というわけで，この章のプログラムは，できればメディアコンバートなどに使い，**くれぐれも**パソコン通信などには使わないよーにお願いしたい。

それではいきなり始める

X1 のユーザーは turbo BASIC のマニュアルを持っていないわけだから，**表 7-1**（turboZ のマニュアルから引用）を参考にしていただきたい。ただしプログラムは BASIC のコ

マンドを拡張するわけではないので，USR0〜USR9を使うことになっている。その際，文字列変数を渡すときには「その長さ」にちょいと気を付けなければいけないので，サンプルプログラムをよく見て使うように。なお，SAVE，SAVEM，LOAD，LOADMはないので，自分で(BASICなどで)プログラムを組むなどして解決するよーに。

表7-1 通信パラメータの説明

通信パラメータには次のものがある。

1）ボーレート
2）パリティ
3）データビット長
4）ストップビット長
5）通信制御指定
6）カナの表現方法指定
7）CR，LFコードの送信処理
8）CR，LFコードの受信処理
9）日本語文字列の表現方法指定（本書のプログラムでは〝N〟しか使えない）
10）エンドコード指定

1）ボーレート

0〜6の数値によりボーレートを指定する。

数　値	0	1	2	3	4	5	6
ボーレート（bps）	150	300	600	1200	2400	4800	9600

2）パリティ

E：偶数パリティチェックを使用する。
O：奇数パリティチェックを使用する。
N：パリティチェックを使用しない。

3）データビット長

5：データビット長を5ビットとする。
6：データビット長を6ビットとする。
7：データビット長を7ビットとする。
8：データビット長を8ビットとする。

4）ストップビット長

1：ストップビット長を1ビットとする。
2：ストップビット長を1.5ビットとする。
3：ストップビット長を2ビットとする。

5）通信制御指定

X：XON/XOFFコードによる制御を行なう。
R：RTS制御信号のON/OFFによる制御をする。
Nまたは省略：通信制御を行なわない。

この通信制御とは，データ送受信時に受信側においてデータの受信処理が間に合わないとき，送信側に対して送信の一時停止を要求し受信できる状態になると送信再開を要求する方法のことをいう。

〝X〟を指定すると，データとしてXOFFコード(&H13)を送信側へ送ることによって送信の一時停止を要求し，XONコード(&H11)により送信再開を要求する。

〝R〟を指定すると，RTS信号線をOFFにすることによって送信の一時停止を要求し，ONにすることにより送信再開を要求する。

6）カナの表現方法指定

S：データビット長7ビットでカナの送受信ができる。

Nまたは省略：データビット長7ビットでカナの送受信ができない。

データビット長7ビットでのカナの送受信はシフトインコードSI(&H0F)があると，それ以降のデータをカナとして処理し，シフトアウトコードSO(&H0E)があればそれ以降のデータを英数字として処理する。

7）CR，LFコードの送信処理

C：復帰改行コードとしてCRコード(&H0D)を送信する。

Lまたは省略：復帰改行コードとしてCRコード(&H0D)+LFコード(&H0A)を送信する。

8）CR，LFコードの受信処理

C：CRコード(&H0D)の受信によって復帰+改行処理する。

Lまたは省略：CRコード(&H0D)のみを受信するとそれはデータとして処理される。CRコード(&H0D)+LFコード(&H0A)を連続して受信すると，復帰+改行処理をする。

9）日本語文字列の表現方法指定

J：JIS漢字コードを使用する。漢字インコードKI(&H1B4B)で日本語文字列の始まりを示し，漢字アウトコードKO(&H1B4B)で日本語文字列の終わりを示す。

Nまたは省略：シフトJIS漢字コードを使用する。(本書のプログラムでは〝N〟しか使えない)

10）エンドコード指定

データ転送の終了を判断するためのエンドコードを指定する。エンドコードとしてコントロールコード(&H00〜&H1F)の中から任意の一つを選択できる。実際に指定するパラメータは，キャラクターコード&H40〜&H5Fに対応する文字を使用する(&H60〜&H7Fも可)。たとえば，D(またはd)と指定するとエンドコードとしてコントロールD(&H04)が使用される。またこのパラメータを省略すると，エンドコードの送受信処理は行なわない。

〔注〕

●通信パラメータのうちボーレート，パリティ，データ長，ストップビット長は省略できないが，それ以降のパラメータは省略できる。ただし，途中のパラメータを省略して次のパラメータを指定することはできない。

●漢字の送受信はデータ長8ビットのときに可能(シフトJISコードを使うことになる)。また，カタカナの送受信はSI/SOコードを使うことによってデータ長が7ビットのときでも可能となる(カナの表現方法指定がSであれば自動的にカナに変換する)。

各USR関数について

USR0：OPEN	オープンする（パラメータ先頭に O,I,C のいずれかを付加すること）
USR1：CLOSE	クローズする
USR2：LINPUT	1行入力する（CRもしくはCR＋LFまで）
USR3：INPUTN	N個の文字を入力する（個数は引数の文字列の先頭の ASCII コード）
USR4：PRINTS	文字列を出力する
USR5：PRINT	文字列＋CR(＋LF) を出力する
USR6：LOC	バッファ内のデータ数を返す
USR7：EOF	エンドコードを入力したかどうかを返す
USR8：PGETC1	生データを1文字入力する（カナの処理などはしない）
USR9：PPUTC1	生データを1文字出力する（カナの処理などはしない）

注）USR2, USR3は，返す文字列の先頭のASCIIコードで入力されたデータ数を示す。

そして**リスト 7-1** =ソースリスト，**リスト 7-2** =ダンプリスト（打ち込み確認には付録Aを参照のこと），**リスト 7-3** =サンプルプログラム，**リスト 7-4** =簡単なターミナルソフトである（ただし使いものにはならないので，あくまでサンプルにすぎない）。リスト 7-1の最初の方を見ると分かるだろうが，Z80 SIO，CTC のアドレスがそれぞれ $1F98_H$ と $1FA8_H$ となっている。これは CZ-8BM2 のアドレス設定スイッチが，工場出荷時の 2 - 3 側になっている場合のものである。スイッチが 1 - 2 側もしくは turbo の場合には，それぞれ $1F90_H$，$1FA0_H$ とすればよい。後は説明しても空しいのでやめておく。

リスト 7-1　**通信プログラムのソースリスト**

```
                                .Z80
                                .PHASE   0EA00H
                        ;
0330                    QBREAK  EQU      0330H
1FCA                    BBREAK  EQU      1FCAH
                        ;
1F98                    ZSIO    EQU      1F98H    ;IF NOT,1F98H
1FA8                    ZCTC    EQU      1FA8H    ;IF NOT,1FA8H
                        ;
005C                    INTRSV  EQU      5CH      ;INT VECTOR
0040                    QMAX    EQU      64       ;QUE SIZE
0080                    QMAXX   EQU      QMAX+64  ;Q SIZE+ALPHA
                        ;
000D                    CR      EQU      0DH
000A                    LF      EQU      0AH
000E                    SO      EQU      0EH
000F                    SI      EQU      0FH
0011                    XON     EQU      11H
0013                    XOFF    EQU      13H      ;CTRL CODES
                        ;
                        ;BAU RATE        0-6
                        ;PARITY          E,O,N
                        ;DATA BIT LEN    5,6,7,8
                        ;STOP BIT LEN    1,2,3
                        ;CONTROLE        X,R,N,""
                        ;KANA MODE       S,N,""
                        ;CR,LF  SEND     C,L,""
                        ;CR,LF  RECEIVE  C,L,""
                        ;KANJI           J,N,""   ;DUMMY
                        ;END CODE        '@'-'_'  ;PARAMS
                        ;
                        ;JUMP TABLE
EA00     C3 EA1E                JP       OPEN     ;+0
                        ;I,O or C + PARAMETER
EA03     C3 EB84                JP       CLOSE    ;+3
                        ;TX ENDCODE
                        ;
EA06     C3 ECDD                JP       LINPUT   ;+6
                        ;UNTIL CR (+LF)
EA09     C3 ED35                JP       INPUTN   ;+9
                        ;INPUT n CHAR
```

```
EA0C     C3 ED68        ;
                                JP      PRINTS  ;+12
                        ;TX STRING
EA0F     C3 ED56                JP      PRINT   ;+15
                        ;TX STRING + CR (+LF)
                        ;
EA12     C3 EB98                JP      LOC     ;+18
                        ;RETURN BUFF SIZE
EA15     C3 EBB9                JP      EOF     ;+21
                        ;EOF OR NOT
                        ;
EA18     C3 EC9A                JP      PGETC1  ;+24
                        ;RIMITIVE GET CHAR
EA1B     C3 ED90                JP      PPUTC1  ;+27
                        ;PRIMITIVE PUT CHAR
                        ;
EA1E     3A EE60        OPEN:   LD      A,(OPENF)
EA21     B7                     OR      A
EA22     28 07                  JR      Z,OPENGO
                        ;
                        ;REOPEN THEN CLOSE
EA24     D5                     PUSH    DE
EA25     C5                     PUSH    BC
EA26     CD EB84                CALL    CLOSE
EA29     C1                     POP     BC
EA2A     D1                     POP     DE
                        ;
EA2B     3E FF          OPENGO: LD      A,0FFH
EA2D     32 EE60                LD      (OPENF),A       ;SET FLAG
                        ;
EA30     3D             OPENW:  DEC     A
EA31     20 FD                  JR      NZ,OPENW        ;WAIT
                        ;
EA33     F3                     DI
EA34     21 EBC6                LD      HL,INTRSR
EA37     22 005C                LD      (INTRSV),HL
EA3A     FB                     EI              ;SET VECTOR
                        ;
EA3B     EB                     EX      DE,HL
EA3C     78                     LD      A,B     ;COPY LEN
EA3D     B7                     OR      A
EA3E     CA EE26                JP      Z,ERR   ;NULL STR
EA41     05                     DEC     B
EA42     7E                     LD      A,(HL)  ;1 CHAR
EA43     23                     INC     HL
EA44     FE 49                  CP      'I'
EA46     28 0B                  JR      Z,OPENOK
EA48     FE 4F                  CP      'O'
EA4A     28 07                  JR      Z,OPENOK
EA4C     FE 43                  CP      'C'
EA4E     28 03                  JR      Z,OPENOK
EA50     C3 EE26                JP      ERR
                        ;
EA53     32 EE4B        OPENOK: LD      (IOC),A ;I,O or C
EA56     78                     LD      A,B     ;GET COUNT
EA57     D6 04                  SUB     4
EA59     DA EE26                JP      C,ERR
EA5C     FE 07                  CP      7
EA5E     D2 EE26                JP      NC,ERR
EA61     4F                     LD      C,A     ;COUNTER
EA62     7E                     LD      A,(HL)
EA63     23                     INC     HL
                        ;
                        ;BAU RATE       0-6
EA64     D6 30                  SUB     '0'
EA66     FE 07                  CP      7
EA68     D2 EE26                JP      NC,ERR
EA6B     16 D0                  LD      D,208
EA6D     D6 02                  SUB     2
EA6F     F5                     PUSH    AF
EA70     30 01                  JR      NC,OPEN0
EA72     AF                     XOR     A
EA73     B7             OPEN0:  OR      A
EA74     28 05                  JR      Z,OPEN1
EA76     CB 3A                  SRL     D       ;D=D/2
EA78     3D                     DEC     A
EA79     18 F8                  JR      OPEN0
                        ;
EA7B     7A             OPEN1:  LD      A,D
EA7C     32 EE2E                LD      (CTR),A
```

```
                            ;
EA7F    F1                          POP     AF
EA80    16 40                       LD      D,40H           ;*16
EA82    30 07                       JR      NC,OPEN2
EA84    16 80                       LD      D,80H           ;*32
EA86    3C                          INC     A
EA87    28 02                       JR      Z,OPEN2
EA89    16 C0                       LD      D,0C0H          ;*64
                            ;
EA8B    5A                  OPEN2:  LD      E,D             ;KEEP
                            ;
                            ;PARITY         E,O,N
EA8C    7E                          LD      A,(HL)
EA8D    23                          INC     HL
EA8E    16 00                       LD      D,0
EA90    FE 4E                       CP      'N'
EA92    28 0B                       JR      Z,OPEN3
EA94    14                          INC     D               ;D=1
EA95    FE 4F                       CP      'O'
EA97    28 06                       JR      Z,OPEN3
EA99    14                          INC     D               ;D=2
EA9A    FE 45                       CP      'E'
EA9C    C2 EE26                     JP      NZ,ERR
EA9F    7B                  OPEN3:  LD      A,E
EAA0    B2                          OR      D
EAA1    5F                          LD      E,A             ;KEEP
                            ;
                            ;DETA BIT LEN   5,6,7,8
EAA2    7E                          LD      A,(HL)
EAA3    23                          INC     HL
EAA4    D6 35                       SUB     '5'
EAA6    DA EE26                     JP      C,ERR
EAA9    FE 04                       CP      4
EAAB    D2 EE26                     JP      NC,ERR
                            ;A=0-3
EAAE    F5                          PUSH    AF
EAAF    16 E0                       LD      D,11100000B
EAB1    B7                          OR      A
EAB2    28 05                       JR      Z,OPEN35
EAB4    CB 22               MLOOP:  SLA     D
EAB6    3D                          DEC     A
EAB7    20 FB                       JR      NZ,MLOOP
                            ;
EAB9    7A                  OPEN35: LD      A,D
EABA    2F                          CPL
EABB    32 EE61                     LD      (MASK),A
EABE    F1                          POP     AF
EABF    B7                          OR      A
EAC0    EA EAC5                     JP      PE,OPEN4
EAC3    EE 03                       XOR     11B
EAC5    0F                  OPEN4:  RRCA
EAC6    0F                          RRCA
EAC7    F6 01                       OR      1
EAC9    32 EE5A                     LD      (WR3+1),A       ;RCV
EACC    0F                          RRCA
EACD    F6 80                       OR      80H
EACF    F6 02                       OR      02H
EAD1    F6 08                       OR      08H
EAD3    32 EE54                     LD      (WR5+1),A       ;SND
                            ;
                            ;STOP BIT LEN   1,2,3
EAD6    7E                          LD      A,(HL)
EAD7    23                          INC     HL
EAD8    D6 31                       SUB     '1'
EADA    DA EE26                     JP      C,ERR
EADD    FE 03                       CP      3
EADF    D2 EE26                     JP      NC,ERR
EAE2    3C                          INC     A
EAE3    87                          ADD     A,A
EAE4    87                          ADD     A,A     ;A=A<<2
EAE5    B3                          OR      E
EAE6    32 EE52                     LD      (WR4+1),A
                            ;
                            ;CONTROLE       X,R,N,""
                            ;KANA MODE      S,N,""
                            ;CR,LF  SEND    C,L,""
                            ;CR,LF  RECEIVE C,L,""
                            ;KANJI          J,N,""  ;DUMMY
                            ;END CODE       '@'-'_'
                            ;
EAE9    C5                          PUSH    BC
EAEA    E5                          PUSH    HL
```

```
EAEB    21 EE3F            LD      HL,PDFLT
EAEE    11 EE45            LD      DE,PARAM
EAF1    01 0006            LD      BC,6
EAF4    ED B0              LDIR            ;COPY DEFAULT
EAF6    EB                 EX      DE,HL   ;DE'=PARAM
EAF7    D9                 EXX
EAF8    E1                 POP     HL
EAF9    C1                 POP     BC
EAFA    11 EE2F            LD      DE,PLIST
EAFD    AF                 XOR     A       ;FLAG
EAFE    08                 EX      AF,AF'  ;A'=0
EAFF    79                 LD      A,C
EB00    B7                 OR      A
EB01    28 1F              JR      Z,FINIS
EB03    FE 06              CP      6
EB05    20 02              JR      NZ,OPEN6
EB07    0D                 DEC     C       ;C=5
EB08    08                 EX      AF,AF'  ;A'<>0
                  ;
EB09    46        OPEN6:   LD      B,(HL)
EB0A    23                 INC     HL
EB0B    1A        OPEN7:   LD      A,(DE)
EB0C    13                 INC     DE
EB0D    B7                 OR      A       ;SEPARATOR
EB0E    CA EE26            JP      Z,ERR
EB11    B8                 CP      B
EB12    20 F7              JR      NZ,OPEN7
                  ;MATCH
EB14    D9                 EXX
EB15    12                 LD      (DE),A
EB16    D9                 EXX
EB17    1A        OPEN75:  LD      A,(DE)
EB18    13                 INC     DE
EB19    B7                 OR      A
EB1A    20 FB              JR      NZ,OPEN75
EB1C    D9        OPEN8:   EXX
EB1D    13                 INC     DE
EB1E    D9                 EXX
EB1F    0D                 DEC     C
EB20    20 E7              JR      NZ,OPEN6
                  ;
EB22    08        FINIS:   EX      AF,AF'
EB23    B7                 OR      A
EB24    28 10              JR      Z,SETZ
EB26    7E                 LD      A,(HL)  ;ENDCODE
EB27    FE 40              CP      40H
EB29    DA EE26            JP      C,ERR
EB2C    FE 80              CP      80H
EB2E    D2 EE26            JP      NC,ERR
EB31    E6 1F              AND     1FH
EB33    D9                 EXX
EB34    12                 LD      (DE),A  ;STORE
EB35    D9                 EXX
                  ;
EB36    F3        SETZ:    DI              ;SET ZCTC,ZSIO
EB37    CD EB6A            CALL    INITBF
EB3A    01 1FA9            LD      BC,ZCTC+1         ;CH0
EB3D    3E 47              LD      A,01000111B       ;MODE
EB3F    ED 79              OUT     (C),A
EB41    3A EE2E            LD      A,(CTR)
EB44    ED 79              OUT     (C),A             ;T CONSTANT
                  ;
EB46    21 EE4C            LD      HL,SIOSA
EB49    01 1F99            LD      BC,ZSIO+1         ;CH A
EB4C    3E 0F              LD      A,15
EB4E    CD EB63            CALL    SETSIO
                  ;
EB51    21 EE5B            LD      HL,SIOSB
EB54    01 1F9B            LD      BC,ZSIO+3         ;CH B
EB57    3E 05              LD      A,5
EB59    CD EB63            CALL    SETSIO
EB5C    3E FF              LD      A,0FFH
EB5E    32 EE60            LD      (OPENF),A
EB61    FB                 EI
EB62    C9                 RET
                  ;
EB63    04        SETSIO:  INC     B
EB64    ED A3              OUTI
EB66    3D                 DEC     A
EB67    20 FA              JR      NZ,SETSIO
EB69    C9                 RET
```

```
EB6A    AF                  ;
                            INITBF: XOR     A
EB6B    32 EE6A                     LD      (QLEN),A
EB6E    21 EE6B                     LD      HL,Q0
EB71    22 EE66                     LD      (HEAD),HL
EB74    22 EE68                     LD      (TAIL),HL
                            ;
EB77    32 EE62                     LD      (LASTX),A
EB7A    32 EE63                     LD      (XFLAG),A
EB7D    32 EE64                     LD      (TKIN),A
EB80    32 EE65                     LD      (RKIN),A        ;RESET MODE
EB83    C9                          RET
                            ;
EB84    AF                  CLOSE:  XOR     A
EB85    32 EE60                     LD      (OPENF),A
                            ;
EB88    3A EE4B                     LD      A,(IOC)
EB8B    FE 4F                       CP      'O'
EB8D    C0                          RET     NZ
EB8E    3A EE4A                     LD      A,(ECODE)
EB91    FE 20                       CP      20H
EB93    C8                          RET     Z
EB94    CD EDCD                     CALL    PPUTC   ;TX ECODE
EB97    C9                          RET
                            ;
EB98    3A EE6A             LOC:    LD      A,(QLEN)
EB9B    77                          LD      (HL),A
EB9C    23                          INC     HL
EB9D    36 00                       LD      (HL),0  ;RET SIZE
EB9F    C9                          RET
                            ;
                            ;BREAK B,A,F
EBA0    3A EE6A             QEOF:   LD      A,(QLEN)
EBA3    B7                          OR      A
EBA4    C8                          RET     Z       ;EMPTY
EBA5    3A EE4A                     LD      A,(ECODE)
EBA8    FE 20                       CP      20H
EBAA    C8                          RET     Z       ;NO ECODE
EBAB    E5                          PUSH    HL
EBAC    2A EE68                     LD      HL,(TAIL)
EBAF    46                          LD      B,(HL)  ;NOZOKU
EBB0    E1                          POP     HL
EBB1    B8                          CP      B
EBB2    28 02                       JR      Z,QEOF1
EBB4    AF                          XOR     A       ;SET Z
EBB5    C9                          RET
EBB6    F6 FF               QEOF1:  OR      0FFH    ;SET NZ
EBB8    C9                          RET
                            ;
EBB9    CD EBA0             EOF:    CALL    QEOF
EBBC    11 0000                     LD      DE,0
EBBF    28 01                       JR      Z,EOF1
EBC1    1B                          DEC     DE
EBC2    73                  EOF1:   LD      (HL),E
EBC3    23                          INC     HL
EBC4    72                          LD      (HL),D
EBC5    C9                          RET
                            ;
EBC6    F3                  INTRSR: DI              ;INT ROUTINE
EBC7    F5                          PUSH    AF
EBC8    C5                          PUSH    BC
EBC9    D5                          PUSH    DE
EBCA    E5                          PUSH    HL
                            ;
EBCB    01 1F99                     LD      BC,ZSIO+1
                            ;
EBCE    3E 01               INTR1:  LD      A,1
EBD0    ED 79                       OUT     (C),A   ;RR1
EBD2    ED 78                       IN      A,(C)
                            ;
EBD4    0B                          DEC     BC
EBD5    ED 78                       IN      A,(C)
EBD7    2A EE66                     LD      HL,(HEAD)
EBDA    77                          LD      (HL),A
EBDB    23                          INC     HL
EBDC    E5                          PUSH    HL
EBDD    01 EEEB                     LD      BC,Q1
EBE0    B7                          OR      A
EBE1    ED 42                       SBC     HL,BC
EBE3    E1                          POP     HL
EBE4    20 03                       JR      NZ,INTR2
```

```
EBE6    21 EE6B          LD      HL,Q0         ;QUE !
EBE9    22 EE66   INTR2: LD      (HEAD),HL
EBEC    21 EE6A          LD      HL,QLEN
EBEF    34               INC     (HL)
                  ;
EBF0    FE 13            CP      XOFF
EBF2    20 05            JR      NZ,INTR3
EBF4    32 EE62          LD      (LASTX),A     ;GET XOFF
EBF7    18 08            JR      INTR4
EBF9    FE 11     INTR3: CP      XON
EBFB    20 04            JR      NZ,INTR4
EBFD    AF               XOR     A
EBFE    32 EE62          LD      (LASTX),A     ;GET XON
EC01    3A EE6A   INTR4: LD      A,(QLEN)
EC04    3C               INC     A
EC05    FE 40            CP      QMAX
EC07    D4 EC11          CALL    NC,SWAIT      ;SEND WAIT
                  ;
EC0A    E1               POP     HL
EC0B    D1               POP     DE
EC0C    C1               POP     BC
EC0D    F1               POP     AF
EC0E    FB               EI
EC0F    ED 4D            RETI
                  ;
EC11    01 1F99   SWAIT: LD      BC,ZSIO+1
EC14    3A EE45          LD      A,(PARAM+0)
EC17    FE 4E            CP      'N'
EC19    C8               RET     Z       ;NOTHING
EC1A    FE 52            CP      'R'
EC1C    28 11            JR      Z,SWAIT1
EC1E    FE 58            CP      'X'
EC20    C0               RET     NZ
EC21    3A EE63          LD      A,(XFLAG)
EC24    B7               OR      A
EC25    C0               RET     NZ
EC26    3E 13            LD      A,XOFF  ;X CTRL
EC28    32 EE63          LD      (XFLAG),A
EC2B    CD ED77          CALL    PPUTC0
EC2E    C9               RET
EC2F    01 1F99   SWAIT1: LD     BC,ZSIO+1
EC32    3E 05            LD      A,5
EC34    ED 79            OUT     (C),A
EC36    3A EE54          LD      A,(WR5+1)
EC39    E6 FD            AND     11111101B     ;RES RTS
EC3B    ED 79            OUT     (C),A
EC3D    C9               RET
                  ;
EC3E    3A EE45   SOK:   LD      A,(PARAM+0)
EC41    FE 4E            CP      'N'
EC43    C8               RET     Z
                  ;
EC44    FE 52            CP      'R'
EC46    28 12            JR      Z,SOK1
EC48    FE 58            CP      'X'
EC4A    C0               RET     NZ
EC4B    3A EE63          LD      A,(XFLAG)
EC4E    B7               OR      A
EC4F    C8               RET     Z
EC50    AF               XOR     A
EC51    32 EE63          LD      (XFLAG),A
EC54    3E 11            LD      A,XON
EC56    CD ED77          CALL    PPUTC0
EC59    C9               RET
EC5A    01 1F99   SOK1:  LD      BC,ZSIO+1
EC5D    3E 05            LD      A,5
EC5F    ED 79            OUT     (C),A
EC61    3A EE54          LD      A,(WR5+1)
EC64    F6 02            OR      00000010B     ;SET RTS
EC66    ED 79            OUT     (C),A
EC68    C9               RET
                  ;
EC69    CD ECA4   XGETC: CALL    PGETC   ;GET CHAR
EC6C    47               LD      B,A     ;SAVE
EC6D    3A EE46          LD      A,(PARAM+1)
EC70    FE 53            CP      'S'
EC72    20 24            JR      NZ,XGETC4
EC74    3A EE61          LD      A,(MASK)
EC77    FE 7F            CP      1111111B
EC79    20 1D            JR      NZ,XGETC4
                  ;
```

```
                                ;S AND 7 BITS
EC7B    3A EE65                         LD      A,(RKIN)
EC7E    B7                              OR      A
EC7F    78                              LD      A,B
EC80    20 06                           JR      NZ,XGETC1
EC82    FE 0E                           CP      SO      ;TO KANA MODE
EC84    28 07                           JR      Z,XGETC2
EC86    18 10                           JR      XGETC4
                                ;
EC88    FE 0F                   XGETC1: CP      SI
EC8A    20 06                           JR      NZ,XGETC3
EC8C    AF                              XOR     A
EC8D    32 EE65                 XGETC2: LD      (RKIN),A        ;CLEAR
EC90    18 D7                           JR      XGETC           ;AGAIN
                                ;
EC92    FE 20                   XGETC3: CP      0A0H-080H
EC94    38 02                           JR      C,XGETC4
EC96    CB F8                           SET     7,B     ;TO KANA
EC98    78                      XGETC4: LD      A,B
EC99    C9                              RET
                                ;
EC9A    E5                      PGETC1: PUSH    HL      ;RETURN CHAR
EC9B    CD ECA4                         CALL    PGETC
EC9E    E1                              POP     HL
EC9F    77                              LD      (HL),A
ECA0    23                              INC     HL
ECA1    36 00                           LD      (HL),0
ECA3    C9                              RET
                                ;
ECA4    CD 0330                 PGETC:  CALL    QBREAK
ECA7    CA EE2A                         JP      Z,BREAK ;BREAK?
ECAA    3A EE6A                         LD      A,(QLEN)
ECAD    B7                              OR      A
ECAE    28 F4                           JR      Z,PGETC
                                ;
ECB0    F3                              DI
ECB1    3A EE6A                         LD      A,(QLEN)        ;RE-GET
ECB4    5F                              LD      E,A             ;SAVE QLEN
ECB5    2A EE68                         LD      HL,(TAIL)
ECB8    3A EE61                         LD      A,(MASK)
ECBB    A6                              AND     (HL)
ECBC    57                              LD      D,A     ;GET DATA
ECBD    23                              INC     HL
ECBE    E5                              PUSH    HL
ECBF    01 EEEB                         LD      BC,Q1
ECC2    B7                              OR      A
ECC3    ED 42                           SBC     HL,BC
ECC5    E1                              POP     HL
ECC6    20 03                           JR      NZ,GETC1
ECC8    21 EE6B                         LD      HL,Q0           ;QUE !
ECCB    22 EE68                 GETC1:  LD      (TAIL),HL
ECCE    7B                              LD      A,E             ;GET QLEN
ECCF    3D                              DEC     A
ECD0    32 EE6A                         LD      (QLEN),A
ECD3    FE 30                           CP      QMAX-16
ECD5    D5                              PUSH    DE
ECD6    DC EC3E                         CALL    C,SOK           ;SEND OK
ECD9    FB                              EI
ECDA    D1                              POP     DE
ECDB    7A                              LD      A,D
ECDC    C9                              RET
                                ;
ECDD    EB                      LINPUT: EX      DE,HL
ECDE    E5                              PUSH    HL
ECDF    23                              INC     HL
ECE0    78                              LD      A,B
ECE1    FE 02                           CP      2
ECE3    DA EE26                         JP      C,ERR   ;NO SPACE
ECE6    05                              DEC     B       ;DEC COUNTER
ECE7    0E 00                           LD      C,0
                                ;
ECE9    E5                      LIP1:   PUSH    HL
ECEA    C5                              PUSH    BC      ;SAVE COUNTER
ECEB    CD 0330                 LIP1L:  CALL    QBREAK  ;BREAK?
ECEE    CA EE2A                         JP      Z,BREAK
ECF1    3A EE6A                         LD      A,(QLEN)
ECF4    B7                              OR      A
ECF5    28 F4                           JR      Z,LIP1L
ECF7    CD EBA0                         CALL    QEOF
ECFA    28 0A                           JR      Z,LIP1L1
                                ;GET EOF
```

```
ECFC    C1              POP     BC
ECFD    E1              POP     HL
ECFE    79              LD      A,C
ECFF    FE 0D           CP      CR
ED01    20 2A           JR      NZ,LIPL2
ED03    2B              DEC     HL
ED04    18 27           JR      LIPL2   ;SUTE CR
                ;
ED06    CD EC69 LIP1L1: CALL    XGETC
ED09    C1              POP     BC
ED0A    E1              POP     HL
                ;1 LINE?
ED0B    F5              PUSH    AF
ED0C    3A EE48         LD      A,(PARAM+3)
ED0F    FE 4C           CP      'L'
ED11    28 07           JR      Z,LIPL1
ED13    F1              POP     AF
ED14    FE 0D           CP      CR
ED16    28 15           JR      Z,LIPL2
ED18    18 0E           JR      LIP2
ED1A    79      LIPL1:  LD      A,C
ED1B    FE 0D           CP      CR
ED1D    20 08           JR      NZ,LIPL3
ED1F    F1              POP     AF
ED20    FE 0A           CP      LF
ED22    20 04           JR      NZ,LIP2
ED24    2B              DEC     HL
ED25    18 06           JR      LIPL2
                ;
ED27    F1      LIPL3:  POP     AF
ED28    77      LIP2:   LD      (HL),A
ED29    4E      LIP3:   LD      C,(HL)  ;LAST CHAR
ED2A    23              INC     HL
ED2B    10 BC           DJNZ    LIP1    ;FULL?
ED2D    D1      LIPL2:  POP     DE
ED2E    B7              OR      A
ED2F    ED 52           SBC     HL,DE
ED31    EB              EX      DE,HL
ED32    1D              DEC     E
ED33    73              LD      (HL),E  ;STORE LEN
ED34    C9              RET
                ;
                ;INPUT n CHAR
ED35    D5      INPUTN: PUSH    DE      ;SAVE ADDR
ED36    EB              EX      DE,HL
ED37    7E              LD      A,(HL)
ED38    23              INC     HL
ED39    B8              CP      B
ED3A    D2 EE26         JP      NC,ERR  ;TOO SHORT
                ;A<B
ED3D    05              DEC     B
ED3E    B7              OR      A
ED3F    28 12           JR      Z,IPN2  ;REQUEST 0 CHAR
ED41    47              LD      B,A     ;COUNTER
ED42    0E 00           LD      C,0     ;LEN
                ;
ED44    C5      IPN1:   PUSH    BC
ED45    E5              PUSH    HL
ED46    CD EC69         CALL    XGETC
ED49    E1              POP     HL
ED4A    C1              POP     BC
ED4B    77              LD      (HL),A  ;STORE CODE
ED4C    23              INC     HL
ED4D    0C              INC     C
ED4E    10 F4           DJNZ    IPN1
ED50    E1              POP     HL      ;TOP ADDR.
ED51    71              LD      (HL),C  ;STORE LEN
ED52    C9              RET
                ;
ED53    D1      IPN2:   POP     DE
ED54    12              LD      (DE),A  ;STORE 0
ED55    C9              RET
                ;
ED56    CD ED68 PRINT:  CALL    PRINTS
ED59    3E 0D           LD      A,CR
ED5B    CD EDCD         CALL    PPUTC
ED5E    3A EE47         LD      A,(PARAM+2)
ED61    FE 4C           CP      'L'
ED63    C0              RET     NZ      ;'C'
ED64    3E 0A           LD      A,LF    ;'L'
ED66    18 65           JR      PPUTC
```

```
                                ;
ED68    78                      PRINTS: LD      A,B
ED69    B7                              OR      A       ;CK LEN
ED6A    C8                              RET     Z
ED6B    1A                      PUTSL:  LD      A,(DE)
ED6C    13                              INC     DE
ED6D    C5                              PUSH    BC
ED6E    D5                              PUSH    DE
ED6F    CD ED93                         CALL    PUTC
ED72    D1                              POP     DE
ED73    C1                              POP     BC
ED74    10 F5                           DJNZ    PUTSL
ED76    C9                              RET
                                ;
ED77    F5                      PPUTC0: PUSH    AF
ED78    01 1F99                         LD      BC,ZSIO+1
ED7B    3E 10                   PUTCL0: LD      A,10H   ;RESET STAT
ED7D    ED 79                           OUT     (C),A
ED7F    ED 78                           IN      A,(C)   ;GET RR0
ED81    CB 57                           BIT     2,A     ;TX BUFF
ED83    28 F6                           JR      Z,PUTCL0
                                ;
ED85    CD EE09                         CALL    CHTXOK  ;TX OK?
ED88    28 62                           JR      Z,PUTOK
ED8A    3E 10                           LD      A,10H   ;STAT RESET
ED8C    ED 79                           OUT     (C),A
ED8E    18 EB                           JR      PUTCL0  ;LOOP
                                ;
ED90    7E                      PPUTC1: LD      A,(HL)
ED91    18 3A                           JR      PPUTC
                                ;
ED93    47                      PUTC:   LD      B,A
ED94    3A EE46                         LD      A,(PARAM+1)
ED97    FE 53                           CP      'S'
ED99    20 31                           JR      NZ,PUTC0
                                ;
ED9B    3A EE61                         LD      A,(MASK)
ED9E    FE 7F                           CP      1111111B
EDA0    20 2A                           JR      NZ,PUTC0
                                ;
                                ;'S' AND 7 BITS
EDA2    CB 78                           BIT     7,B
EDA4    28 15                           JR      Z,NKANA ;NOT KANA
EDA6    3A EE64                         LD      A,(TKIN)
EDA9    B7                              OR      A
EDAA    20 0A                           JR      NZ,IKANA
EDAC    C5                              PUSH    BC      ;SAVE IT
EDAD    3E 0F                           LD      A,SI    ;SHIFT IN
EDAF    CD EDCD                         CALL    PPUTC
EDB2    32 EE64                         LD      (TKIN),A
EDB5    C1                              POP     BC
                                ;
EDB6    78                      IKANA:  LD      A,B
EDB7    E6 7F                           AND     7FH     ;SEND 7 BITS
EDB9    18 12                           JR      PPUTC
                                ;
EDBB    3A EE64                 NKANA:  LD      A,(TKIN)
EDBE    B7                              OR      A
EDBF    28 0B                           JR      Z,PUTC0 ;NO KANA MODE
                                ;
EDC1    C5                              PUSH    BC      ;SAVE IT
EDC2    3E 0E                           LD      A,SO    ;SHIFT OUT
EDC4    CD EDCD                         CALL    PPUTC   ;PUT ANY HOW
EDC7    AF                              XOR     A
EDC8    32 EE64                         LD      (TKIN),A
EDCB    C1                              POP     BC      ;B=IT
                                ;
EDCC    78                      PUTC0:  LD      A,B     ;DATA TO TX
EDCD    F5                      PPUTC:  PUSH    AF
EDCE    01 1F99                         LD      BC,ZSIO+1
EDD1    CD 0330                 PUTCL:  CALL    QBREAK  ;BREAK?
EDD4    CA EE2A                         JP      Z,BREAK
EDD7    3E 10                           LD      A,10H   ;RESET STAT
EDD9    ED 79                           OUT     (C),A
EDDB    ED 78                           IN      A,(C)   ;GET RR0
EDDD    CB 57                           BIT     2,A     ;TX BUFF
EDDF    28 F0                           JR      Z,PUTCL
                                ;
EDE1    CD EE09                         CALL    CHTXOK  ;TX OK?
EDE4    28 06                           JR      Z,PUTOK
EDE6    3E 10                           LD      A,10H   ;STAT RESET
```

```
EDE8    ED 79                       OUT     (C),A
EDEA    18 E5                       JR      PUTCL   ;LOOP
                            ;
EDEC    0B                  PUTOK:  DEC     BC      ;DATA PORT
EDED    D1                          POP     DE      ;D=CHAR
EDEE    3A EE61                     LD      A,(MASK)
EDF1    A2                          AND     D
EDF2    ED 79                       OUT     (C),A   ;TX DATA
                            ;
EDF4    3A EE6A                     LD      A,(QLEN)
EDF7    B7                          OR      A       ;EMPTY?
EDF8    C8                          RET     Z
                            ;
                            ;DROP XON,XOFF
EDF9    2A EE68             PEND0:  LD      HL,(TAIL)
EDFC    7E                          LD      A,(HL)  ;NOZOKU
EDFD    FE 11                       CP      XON
EDFF    28 03                       JR      Z,PEND1
EE01    FE 13                       CP      XOFF
EE03    C0                          RET     NZ
EE04    CD EC9A             PEND1:  CALL    PGETC1  ;DROP
EE07    18 F0                       JR      PEND0
                            ;
EE09    57                  CHTXOK: LD      D,A     ;SAVE RR0
EE0A    3A EE45                     LD      A,(PARAM+0)
EE0D    FE 4E                       CP      'N'     ;NO CON
EE0F    C8                          RET     Z
EE10    FE 52                       CP      'R'     ;RTS
EE12    20 05                       JR      NZ,CHX
EE14    7A                          LD      A,D
EE15    2F                          CPL             ;REVERSE
EE16    CB 6F                       BIT     5,A     ;RTS
EE18    C9                          RET
                            ;
EE19    FE 58               CHX:    CP      'X'
EE1B    28 02                       JR      Z,CHX1
EE1D    AF                          XOR     A
EE1E    C9                          RET
EE1F    F3                  CHX1:   DI              ;ENGIMON
EE20    3A EE62                     LD      A,(LASTX)
EE23    B7                          OR      A
EE24    FB                          EI
EE25    C9                          RET
                            ;
EE26    3E 05               ERR:    LD      A,5     ;ILL FUNC
EE28    DD E9                       JP      (IX)
                            ;
EE2A    F3                  BREAK:  DI
EE2B    C3 1FCA                     JP      BBREAK
                            ;
EE2E                        CTR:    DS      1       ;CTC COUNTER
                            ;
EE2F    58 52 4E 00         PLIST:  DB      'XRN',0
EE33    53 4E 00                    DB      'SN',0
EE36    43 4C 00                    DB      'CL',0
EE39    43 4C 00                    DB      'CL',0
EE3C    4A 4E 00                    DB      'JN',0
                            ;
EE3F    4E 4E 4C 4C         PDFLT:  DB      'NNLLN',20H
EE43    4E 20
                            ;
EE45                        PARAM:  DS      5       ;P AREA
EE4A                        ECODE:  DS      1       ;5+1=6
                            ;
EE4B                        IOC:    DS      1       ;OPEN MODE FLAG
                            ;
EE4C    18                  SIOSA:  DB      00011000B       ;WR0
EE4D    01 10               WR1:    DB      1,10H
EE4F    02 00               WR2:    DB      2,00H
EE51    04 00               WR4:    DB      4,00H
EE53    05 00               WR5:    DB      5,00H
EE55    06 00               WR6:    DB      6,00H
EE57    07 00               WR7:    DB      7,00H
EE59    03 00               WR3:    DB      3,00H
                            ;
EE5B    18                  SIOSB:  DB      18H
EE5C    01 00                       DB      1,00H
EE5E    02 5C                       DB      2,INTRSV
                            ;
EE60    00                  OPENF:  DB      0       ;OPEB FLAG
                            ;
```

```
EE61                MASK:   DS      1       ;DATA MASK
EE62                LASTX:  DS      1       ;R FLAG
EE63                XFLAG:  DS      1       ;T FLAG
                    ;
EE64                TKIN:   DS      1       ;R KANA FLAG
EE65                RKIN:   DS      1       ;T KANA FLAG
                    ;
EE66                HEAD:   DS      2       ;QUE HEAD
EE68                TAIL:   DS      2       ;QUE TAIL
EE6A                QLEN:   DS      1       ;Q LENGTH
EE6B                Q0:     DS      QMAXX
EEEB                Q1:
                    ;
                            END
```

リスト 7-2　通信プログラムのダンプリスト

```
EA00 C3 1E EA C3 84 EB C3 DD : 9D
EA08 EC C3 35 ED C3 68 ED C3 : AC
EA10 56 ED C3 98 EB C3 B9 EB : F0
EA18 C3 9A EC C3 90 ED 3A 60 : 23
EA20 EE B7 28 07 D5 C5 CD 84 : BF
EA28 EB C1 D1 3E FF 32 60 EE : 3A
EA30 3D 20 FD F3 21 C6 EB 22 : 41
EA38 5C 00 FB EB 78 B7 CA 26 : 61
EA40 EE 05 7E 23 FE 49 28 0B : 0E
EA48 FE 4F 28 07 FE 43 28 03 : E8
EA50 C3 26 EE 32 4B EE 78 D6 : 90
EA58 04 DA 26 EE FE 07 D2 26 : EF
EA60 EE 4F 7E 23 D6 30 FE 07 : E9
EA68 D2 26 EE 16 D0 D6 02 F5 : 99
EA70 30 01 AF B7 28 05 CB 3A : C9
EA78 3D 18 F8 7A 32 2E EE F1 : 06
--------------------------------
SUM: 1A E2 8C E2 74 31 D8 D6 6C5A

EA80 16 40 30 07 16 80 3C 28 : 87
EA88 02 16 C0 5A 7E 23 16 00 : E9
EA90 FE 4E 28 0B 14 FE 4F 28 : 08
EA98 06 14 FE 45 C2 26 EE 7B : AE
EAA0 B2 5F 7E 23 D6 35 DA 26 : BD
EAA8 EE FE 04 D2 26 EE F5 16 : E1
EAB0 E0 B7 28 05 CB 22 3D 20 : 0E
EAB8 FB 7A 2F 32 61 EE F1 B7 : CD
EAC0 EA C5 EA EE 03 0F 0F F6 : 9E
EAC8 01 32 5A EE 0F F6 80 F6 : F6
EAD0 02 F6 08 32 54 EE 7E 23 : 15
EAD8 D6 31 DA 26 EE FE 03 D2 : C8
EAE0 26 EE 3C 87 87 B3 32 52 : 95
EAE8 EE C5 E5 21 3F EE 11 45 : 3C
EAF0 EE 01 06 00 ED B0 EB D9 : 56
EAF8 E1 C1 11 2F EE AF 08 79 : 00
--------------------------------
SUM: 3D D9 4D E8 87 EB D2 A8 CC3B

EB00 B7 28 1F FE 06 20 02 0D : 31
EB08 08 46 23 1A 13 B7 CA 26 : 45
EB10 EE B8 20 F7 D9 12 D9 1A : 9B
EB18 13 B7 20 FB D9 13 D9 0D : B7
EB20 20 E7 08 B7 28 10 7E FE : 7A
EB28 40 DA 26 EE FE 80 D2 26 : A4
EB30 EE E6 1F D9 12 D9 F3 CD : 77
EB38 6A EB 01 A9 1F 3E 47 ED : 90
EB40 79 3A 2E EE ED 79 21 4C : A2
EB48 EE 01 99 1F 3E 0F CD 63 : 24
EB50 EB 21 5B EE 01 9B 1F 3E : 4E
EB58 05 CD 63 EB 3E FF 32 60 : EF
EB60 EE FB C9 04 ED A3 3D 20 : A3
EB68 FA C9 AF 32 6A EE 21 6B : 88

EB70 EE 22 66 EE 22 68 EE 32 : 0E
EB78 62 EE 32 63 EE 32 64 EE : 57
--------------------------------
SUM: 07 6C 65 9E F3 F0 F7 30 1771

EB80 32 65 EE C9 AF 32 60 EE : 7D
EB88 3A 4B EE FE 4F C0 3A 4A : 04
EB90 EE FE 20 C8 CD CD ED C9 : 24
EB98 3A 6A EE 77 23 36 00 C9 : 2B
EBA0 3A 6A EE B7 C8 3A 4A EE : 83
EBA8 FE 20 C8 E5 2A 68 EE 46 : 91
EBB0 E1 B8 28 02 AF C9 F6 FF : 30
EBB8 C9 CD A0 EB 11 00 00 28 : 5A
EBC0 01 1B 73 23 72 C9 F3 F5 : D5
EBC8 C5 D5 E5 01 99 1F 3E 01 : 77
EBD0 ED 79 ED 78 0B ED 78 2A : 65
EBD8 66 EE 77 23 E5 01 EB EE : AD
EBE0 B7 ED 42 E1 20 03 21 6B : 76
EBE8 EE 22 66 EE 21 6A EE 34 : 11
EBF0 FE 13 20 05 32 62 EE 18 : D0
EBF8 08 FE 11 20 04 AF 32 62 : 7E
--------------------------------
SUM: 3A 9E FD 42 12 B4 78 4C 99CD

EC00 EE 3A 6A EE 3C FE 40 D4 : CE
EC08 11 EC E1 D1 C1 F1 FB ED : 49
EC10 4D 01 99 1F 3A 45 EE FE : 71
EC18 4E C8 FE 52 28 11 FE 58 : F5
EC20 C0 3A 63 EE B7 C0 3E 13 : 13
EC28 32 63 EE CD 77 ED C9 01 : 7E
EC30 99 1F 3E 05 ED 79 3A 54 : EF
EC38 EE E6 FD ED 79 C9 3A 45 : 7F
EC40 EE FE 4E C8 FE 52 28 12 : 8C
EC48 FE 58 C0 3A 63 EE B7 C8 : 20
EC50 AF 32 63 EE 3E 11 CD 77 : C5
EC58 ED C9 01 99 1F 3E 05 ED : 9F
EC60 79 3A 54 EE F6 02 ED 79 : 53
EC68 C9 CD A4 EC 47 3A 46 EE : DB
EC70 FE 53 20 24 3A 61 EE FE : 1C
EC78 7F 20 1D 3A 65 EE B7 78 : 78
--------------------------------
SUM: 5A 5C 15 9E 8D 4E 2B DF 9564

EC80 20 06 FE 0E 28 07 18 10 : 89
EC88 FE 0F 20 06 AF 32 65 EE : 67
EC90 18 D7 FE 20 38 02 CB F8 : 0A
EC98 78 C9 E5 CD A4 EC E1 77 : DB
ECA0 23 36 00 C9 CD 30 03 CA : EC
ECA8 2A EE 3A 6A EE B7 28 F4 : 7D
ECB0 F3 3A 6A EE 5F 2A 68 EE : 64
ECB8 3A 61 EE A6 57 23 E5 01 : 8F
ECC0 EB EE B7 ED 42 E1 20 03 : C3
```

```
ECC8 21 6B EE 22 68 EE 7B 3D : AA
ECD0 32 6A EE FE 30 D5 DC 3E : A7
ECD8 EC FB D1 7A C9 EB E5 23 : EE
ECE0 78 FE 02 DA 26 EE 05 0E : 79
ECE8 00 E5 C5 CD 30 03 CA 2A : 9E
ECF0 EE 3A 6A EE B7 28 F4 CD : 20
ECF8 A0 EB 28 0A C1 E1 79 FE : D6
---------------------------------
SUM: 58 3A 50 EE 95 E4 39 BE CDF1

ED00 0D 20 2A 2B 18 27 CD 69 : F7
ED08 EC C1 E1 F5 3A 48 EE FE : F1
ED10 4C 28 07 F1 FE 0D 28 15 : B4
ED18 18 0E 79 FE 0D 20 08 F1 : C3
ED20 FE 0A 20 04 2B 18 06 F1 : 66
ED28 77 4E 23 10 BC D1 B7 ED : 29
ED30 52 EB 1D 73 C9 D5 EB 7E : D4
ED38 23 B8 D2 26 EE 05 B7 28 : A5
ED40 12 47 0E 00 C5 E5 CD 69 : 47
ED48 EC E1 C1 77 23 0C 10 F4 : 38
ED50 E1 71 C9 D1 12 C9 CD 68 : FC
ED58 ED 3E 0D CD CD ED 3A 47 : 40
ED60 EE FE 4C C0 3E 0A 18 65 : BD
ED68 78 B7 C8 1A 13 C5 D5 CD : 8B
ED70 93 ED D1 C1 10 F5 C9 F5 : D5
ED78 01 99 1F 3E 10 ED 79 ED : 5A
---------------------------------
SUM: 0D 24 66 AA 33 B7 5D 11 8D3D

ED80 78 CB 57 28 F6 CD 09 EE : 7C
ED88 28 62 3E 10 ED 79 18 EB : 41
ED90 7E 18 3A 47 3A 46 EE FE : 83
ED98 53 20 31 3A 61 EE FE 7F : AA
EDA0 20 2A CB 78 28 15 3A 64 : 68
EDA8 EE B7 20 0A C5 3E 0F CD : AE
EDB0 CD ED 32 64 EE C1 78 E6 : 5D
EDB8 7F 18 12 3A 64 EE B7 28 : 14
EDC0 0B C5 3E 0E CD CD ED AF : 52
EDC8 32 64 EE C1 78 F5 01 99 : 4C
EDD0 1F CD 30 03 CA 2A EE 3E : 3F
EDD8 10 ED 79 ED 78 CB 57 28 : 25
EDE0 F0 CD 09 EE 28 06 3E 10 : 30
EDE8 ED 79 18 E5 0B D1 3A 61 : DA
EDF0 EE A2 ED 79 3A 6A EE B7 : 3F
EDF8 C8 2A 68 EE 7E FE 11 28 : FD
---------------------------------
SUM: CA 40 7A D2 2F 72 2F 93 6DF0

EE00 03 FE 13 C0 CD 9A EC 18 : 3F
EE08 F0 57 3A 45 EE FE 4E C8 : C8
EE10 FE 52 20 05 7A 2F CB 6F : 58
EE18 C9 FE 58 28 02 AF C9 F3 : B4
EE20 3A 62 EE B7 FB C9 3E 05 : 48
EE28 DD E9 F3 C3 CA 1F 15 58 : D2
EE30 52 4E 00 53 4E 00 43 4C : D0
EE38 00 43 4C 00 4A 4E 00 4E : 75
EE40 4E 4C 4C 4E 20 CD 83 21 : C5
EE48 47 C3 B3 20 18 01 10 02 : 08
EE50 00 04 00 05 00 06 00 07 : 16
EE58 00 03 00 18 01 00 02 5C : 7A
EE60 00                      : 00
---------------------------------
SUM: B8 97 F1 8A CD 80 F9 BF E0FD
```

リスト 7-3　サンプルプログラム

```
100 CLEAR &HEA00
110 IF MEM$(&HEA00,3)<>HEXCHR$("C3 1E EA") LOADM "RS.OBJ"
120 DEFUSR0=&HEA00        :'OPEN   :STR
130 DEFUSR1=&HEA00+3      :'CLOSE  : *
140 DEFUSR2=&HEA00+6      :'LINPUT :STR
150 DEFUSR3=&HEA00+9      :'INPUTN :STR
160 DEFUSR4=&HEA00+12     :'PRINTS :STR
170 DEFUSR5=&HEA00+15     :'PRINT  :STR
180 DEFUSR6=&HEA00+18     :'LOC    :INT
190 DEFUSR7=&HEA00+21     :'EOF    :INT
200 DEFUSR8=&HEA00+24     :'PGETC1 :INT
210 DEFUSR9=&HEA00+27     :'PPUTC1 :INT
220 '
230 A$=USR0("O6N83XNCCNZ")        :'OPEN
240 A$=USR1("")                   :'CLOSE
250 C=10:A$=USR2(STRING$(C,".")):'LINPUT
260 C=10:A$=USR3(CHR$(C)+STRING$(C,".")):'INPUTN
270 A$=USR4("STRINGS")            :'SEND STRING
280 A$=USR5("ONE LINE")           :'SEND 1 LINE
290 A=USR6(0)                     :'GET BUF SIZE
300 A=USR7(0)                     :'EOF ?
310 A=USR8(0)                     :'GET 1 BYTE
320 A=USR9(0)                     :'PUT 1 BYTE
```

リスト 7-4　簡単なターミナルプログラム(100〜210 行はリスト 7-3 と同じ)

```
100 CLEAR &HEA00
110 IF MEM$(&HEA00,3)<>HEXCHR$("C3 1E EA") THEN LOADM "RS.OBJ"
120 DEFUSR0=&HEA00        :'OPEN   :STR
130 DEFUSR1=&HEA00+3      :'CLOSE  : *
140 DEFUSR2=&HEA00+6      :'LINPUT :STR
```

```
150 DEFUSR3=&HEA00+9     :'INPUTN :STR
160 DEFUSR4=&HEA00+12    :'PRINTS :STR
170 DEFUSR5=&HEA00+15    :'PRINT  :STR
180 DEFUSR6=&HEA00+18    :'LOC    :INT
190 DEFUSR7=&HEA00+21    :'EOF    :INT
200 DEFUSR8=&HEA00+24    :'PGETC1 :INT
210 DEFUSR9=&HEA00+27    :'PPUTC1 :INT
220 '100 - 210 ｷﾞｮｳ ﾊ ﾘｽﾄ3 ﾉ ﾓﾉｦ ﾂｶｳﾉﾃﾞｱﾙ
230 A$=USR0("C6N83XNCCNZ")       :'OPEN
240 L$=""
250 IF USR7(0) THEN PRINT "GET END":END 'EOF
260 A=USR6(0):IF A=0 THEN 300          'LOC > 0?
270 A$=USR3(CHR$(1,0))
280 A$=RIGHT$(A$,1):A=ASC(A$)          'GET AND DISPLAY
290 IF (A>=&H20) OR (A=13) THEN PRINT A$;:GOTO 260
300 C$=INKEY$(0)                       'READ KEY
310 IF (C$=CHR$(0)) OR (L$=C$) THEN 340 'YUUKOU ?
320 IF C$=CHR$(13) THEN A$=USR5(""):GOTO 340
330 A$=USR4(C$)                        'TX IT
340 L$=C$:GOTO 250
```

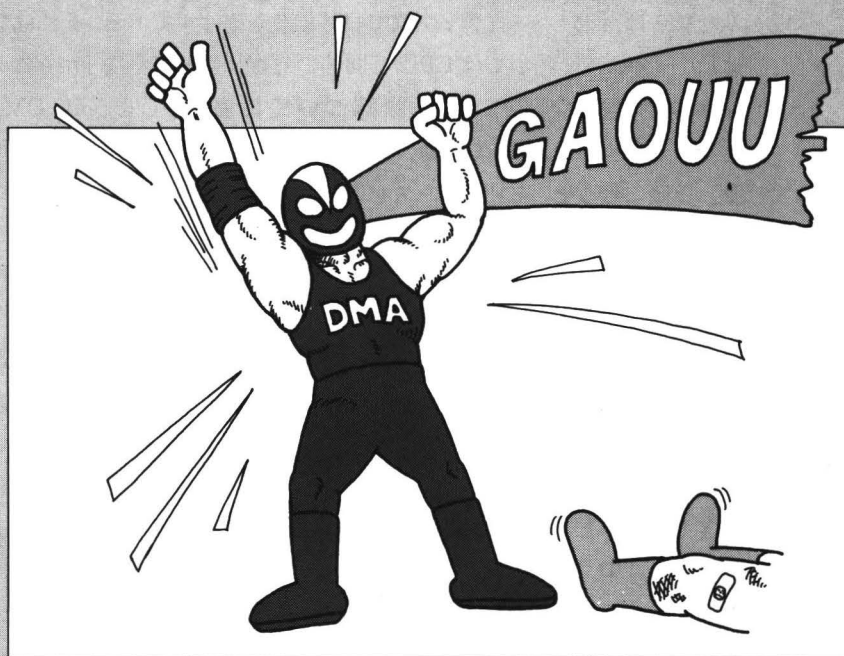
ここでこの章のプログラムの**手抜きなどについて**書いておくことにする。

まずはXON, XOFF制御についてである。やっててだんだん面倒になってきたので,「送られてきたXON/XOFFはバッファにたまる」ようになっている。ただしバッファのトップがXONもしくはXOFFであったならば,「こちらからデータを送るときにチェックして捨てる」ようにしている。もしも向こうから「XON/XOFFと他のコードも混ぜて送ってきたら」受信に混ざりこむことになる。必要ならば表示ルーチンなどで取り除いていただきたい。これは,バイナリデータとして,たまたまXON/XOFF ($11_H/13_H$) が送られてくる場合もあるのでこうしたのだが,本当はどうすべきだったのであろうか。またCLOSE時の動作もよく分かんないのである。turbo BASICでは「O」でオープンしたときだけエンドコードを送るようになっているようであるが,「C」では送らないようである。またその逆のエンドコードを受け取ったときの動作も不明瞭である。turbo BASICでは,LINPUTがエンドコードを受け取ったときは1行が終了したとみなしてリターン,INPUT $で入力文字数を指定した場合はエンドコードが来たとしても,指定文字数までリターンしない,などとなっている。ここらへんの細かな動作は,BASICのマニュアルにきっちり書いてあるわけではないので,**なんだかよくわかんない**のである。

おっとここで思い出した。この章のプログラムでは,「EOFはこれから読み出そうとしているデータがエンドコードだったら－1を返す」ようになっている。よって不幸にしてINPUT $などでその「エンドコードを読み出してしまったりすると」EOFでなくなってしまうのである。注意していただきたい。しかしLINPUTでエンドコードは読み出さないようになっているから,エンドコードが一度来たら,それ以降はずっとEOFである。

なんだかんだ書いたが,はっきり言って結局はUSR8, USR9の「生データ読み出し,書き込み」が最終兵器となるような気がする。つらつら考えるに,この二つの機能＋LOC関数＋OPENコマンド＋あぶったイカさえあれば,ほかには何もいらないよーな気がしてしまうのである。というわけで,本当にやるのならば大いに改造していただきたいと思うしだいである。

第8章

DMA

DMAはヘビー級である

■第8章
DMAはヘビー級である・・・・・・・

この章では，Z80 ファミリーの中でも特に「**荒技使い**」との呼び声が高い Z80 DMA についてやるのである。残念ながらこの石は turbo にしか付いていないが，それはそれで仕方がないのである。ちなみにこの石をノン turbo の X1 に付けようとする場合は，本体基板に対する改造が必要となる。CTC や SIO のようにボードに載せて I/O スロットにさすということはできないのである。

DMA というのは「Direct Memory Access」の頭文字を取って作られた言葉である。その点からすれば，DMA 動作をする LSI は DMAC (DMA Controller) と呼ばれるべきなのだが，Zilog 社はアルファベット 3 文字にしたかったようである。それはさておき，この石はデータ転送を主要な業務とする LSI である。M は Memory の M であるが，これは別にメインメモリとは限らず，I/O でもよいのである。この点，誤解のないよーに。

さて，Z80 ファミリーには PIO, CTC, SIO などがあるが，DMA はこの中でも CPU と互角の地位にあり，他の周辺 LSI とは一線を画しているのである。もしも DMA に聞いてみたならば，「わしゃー，偉いんでい！」と答えるはずである。それはなぜかというと，DMA は「データ転送に関しては CPU と同等の立場に立っている」からなのである。う〜ん，これは非常に曖昧な表現である。**曖昧ついでに**書いてしまうが，DMA がどれだけ CPU と同等かというと，「DMA が動いている間は，CPU が止まらざるを得ない」ほどなのである。正確に言うと，CPU はバス(アドレスバス，データバス，コントロールバスの三種の神器) を DMA に明け渡してしまうのである。しかし，ここではハードウェアがどーのこーのという話はあまりしないことにする。詳しく勉強したい人は参考文献 4 である。

まず何よりも DMA が何をするかについて説明しておく。

DMA にできることといえば，後にも先にも，データを CPU より高速に転送/サーチできるということ以外にはない(CPU と同じか，より遅いのならば LDIR なり OUTI なりでやってしまえばよい)。この「速い」ということは非常に大事なことなのである。これが一番はっきりと表面に出てくるのは，8 インチドライブや，5 インチの 2HD を使おうとしたときである。どういうことかというと，これらのディスクのデータ転送速度はやたらと速くて (2D，2DD の約 2 倍)，4MHz の Z80 では追い付かないのである。具体的には，たとえば読む場合である。X1 では，ディスクからデータを読むということは，FDC(フロッピーディスクコントローラ：第 9 章を参照) に適当なコマンドを与えた後に，FDC のステータスを見張っていて，FDC が「データを受け取ってくれ！」と言ってきたら，データを IN 命令で持ってくるということなのであるが，5 インチの倍密度 (2D や 2DD がそう) の場合なら Z80 でもゆうゆう処理できるのだが，8 インチ，2HD などになると，お手上げになってしまうのである。人から聞いた話によると 8 インチ FD の場合「Z80 の 4MHz ではギリギリ」なのだそうだ。私は実際に，DMA を持っていない MZ-80B(もちろん CPU は 4MHz

の Z80）に 8 インチドライブをつなごうとして失敗した人を知っている。そういうわけで，DMA が X1 turbo に付いているのである。

以上のことからも分かるように，DMA とフロッピーディスクとは深い関係にある。しかし DMA の偉いところは，決して「フロッピーディスクのリード/ライト専用」になっていないことである。つまり，単純なデータ転送や，データサーチなら，フロッピーディスクに関係なくても高速に行なわせることができるのである。実にオイシイ石なのである。

なお，turbo などで 2HD ディスクを使っている場合は FD の動作がおかしくなることもあり得るので，以下のサンプルプログラムを使う間は，ディスクは 2D モードにしておくことをお勧めする。

DMAの基礎

DMA の基本動作には次の六つがある。

① メモリ↔メモリ転送

これは結局のところブロック転送である。LDIR，LDDR と基本的には同じだが，

1） 一定以上のバイト数を転送するなら DMA の方が速い。

2） ソースアドレスをインクリメントし，ディスティネーションアドレスをデクリメントする「順序逆転」などの変態行為を行なわせることができる。

……の点において味がある。

② メモリ↔I/O 転送

つまり，グラフィック VRAM の書き込み，読み出しである。もちろん，テキスト VRAM でもよい。矩形領域（画面上の四角）の中を読み出すなどの高等な機能は当然ないが，知恵を絞れば泉が湧くのである。

③ I/O↔I/O 転送

最初に「スクロール」という言葉がひらめいたのなら，貴兄はその筋である。そのほかにも，青画面→赤画面転送など，一体何に使ったらよいのか悩んでしまう用途も考えられる。大容量 RAM ボード（EMM）も I/O 空間につながっているので，その方向でも使う価値がある。

④ メモリサーチ

大きなデータ中のサーチは結構時間がかかってしまうものであるが，かといって DMA を使うのは大袈裟な気もする。サーチするデータは 1 バイトだけであるがマスクをかけることもできる。たとえば，

&H 1?0? ?1? ?（?は無視する）

というパターンをサーチできる。特殊な形式のデータを扱う際には役に立つかも。

⑤ I/O サーチ

基本的には，やはりグラフィック VRAM のサーチであろうか？　しかし「0 でないデータを捜せ」などはできないのでいまいちのようである。となればテキスト VRAM のサーチということになるが，たかだか 2K バイトをサーチするために DMA を使うのは気がひけ

る。こうなったらEMMの中でもサーチするしかない。

⑥　転送とサーチの合わせ技

①〜②の転送とサーチを組み合わせることが可能なのである。つまり，転送しながらあるデータを見つけたら止まれ，というようなことができる。う〜ん何に使おう。

以上が基礎教養である。私はとんでもないことに，この六つの基本動作すべてについてサンプルプログラムを書こうとしているのである。DMAという石がどれだけポップでコーフンするものなのかを示したいともくろんでいるのである。

DMAは爆発である

では，DMAを使うということが，どんな雰囲気であるのかを簡単に示しておく。

リスト8-1は普通の機械語プログラムで，画面をすべて一つの文字で埋めるプログラムである。やっぱり，速すぎるので256回実行している。

リスト8-1　DMAを使わずに

```
                                    .Z80
                                    .PHASE   0E00H
                            ;
07D0                        SIZE    EQU      80*25
                            ;
0E00    26 00               START:  LD       H,0       ;counter1
0E02    11 07D0             LOOP1:  LD       DE,SIZE   ;counter2
0E05    01 3000                     LD       BC,3000H
0E08    ED 61               LOOP2:  OUT      (C),H
0E0A    03                          INC      BC
0E0B    1B                          DEC      DE
0E0C    7A                          LD       A,D
0E0D    B3                          OR       E         ;DE=0 ?
0E0E    C2 0E08                     JP       NZ,LOOP2
                            ;
0E11    24                          INC      H
0E12    C2 0E02                     JP       NZ,LOOP1
                            ;
0E15    C9                          RET
                            ;
                                    END
```

それに対して，**リスト8-2**はDMAを使ってみたものである。分かりやすいように特別なテクニックは使っていない。これも同じく256回実行している。本当はDMAでは似たことを続けて繰り返す場合にはもう少し速くなるのだが，そこまではやっていない。

リスト8-2　DMAしてみたプログラム

```
                                   .Z80
                                   .PHASE  0E020H
                          ;
07D0                      SIZE     EQU     80*25
                          ;
E020     3E 00                     LD      A,0       ;XOR A...COUNTER
E022     F5               LOOP3:   PUSH    AF
E023     32 E05F                   LD      (DATAAD),A
                          ;
E026     CD E035          MEIOSI:  CALL    RESDMA    ;RESET DMA
E029     21 E050                   LD      HL,DMAD   ;LOAD TOP OF COMMANDS
E02C     CD E043                   CALL    WDMA      ;SEND COMMANDS
```

```
                                    ;
E02F     F1                                  POP    AF        ;POP COUNTER
E030     3C                                  INC    A         ;0 TO 255
E031     C2 E022                             JP     NZ,LOOP3
E034     C9                                  RET
                                    ;
E035     21 E03C                    RESDMA:  LD     HL,RESDAT
E038     CD E043                             CALL   WDMA
E03B     C9                                  RET
                                    ;
E03C     06                         RESDAT:  DEFB   6         ;NUMBER OF COMMAND
E03D     C3 C3 C3                            DEFB   0C3H,0C3H,0C3H
E040     C3 C3 C3                            DEFB   0C3H,0C3H,0C3H
                                    ;
                                    ;WRITE DMA
                                    ;HL=TOP OF COMMANDS
                                    ;
E043     56                         WDMA:    LD     D,(HL)
E044     01 1F80                             LD     BC,1F80H        ;DMA PORT
E047     23                                  INC    HL
E048     04                         REGWR:   INC    B
E049     ED A3                               OUTI
E04B     15                                  DEC    D
E04C     C2 E048                             JP     NZ,REGWR
E04F     C9                                  RET
                                    ;
E050     0E                         DMAD:    DEFB   0EH       ;NUMBER OF COM.
E051     7D                                  DEFB   7DH       ;(D7=0)AND(D1D0<>00)=WR0
E052     E05F                       S_TOP:   DEFW   DATAAD    ;SUB0,1=PORT A TOP ADDR.
E054     07CF                       LEN:     DEFW   SIZE-1    ;LENGTH
E056     24                         S_KIND: DEFB    24H
                                    ;00100100B              :0??? ?100 = WR1 (PORT A MODE)
E057     18                         D_KIND: DEFB    18H
                                    ;00011000B              :0??? ?000 = WR2 (PORT B MODE)
                                    ;                                  SKIP WR3
E058     CD                                  DEFB   0CDH
                                    ;11001101B              :1?????01 = WR4 (WR0 FOR PORT B)
E059     3000                       D_TOP:   DEFW   3000H     ;PORT B TOP ADDR
E05B     9A                                  DEFB   9AH       ;WR5 READY=HIGH
E05C     CF                                  DEFB   0CFH      ;WR6 (LOAD)
E05D     B3                                  DEFB   0B3H      ;WR6 (FORCE READY)LOAD)
E05E     87                                  DEFB   087H      ;WR6 (ENABLE DMA)
                                    ;
E05F     00                         DATAAD: DEFB    0         ;DUMMY
                                    ;
                                             END
```

実行して試してみるには**リスト 8-3** である。最初に普通の機械語で組んだものを実行する。何かキーを押せば，BEEP 音がして画面がくるくると書き換わる。CLS の直後は全画面のアトリビュートが縦 2 倍モードになっていることに注意。次にキーを押せば，DMA 版が走る。明らかに速いことが分かるだろう。最後に同じプログラムを BASIC で組んだものも入れておいた。**すばらしく遅い**ことは言うまでもない。

リスト 8-3　普通の機械語と DMA を速度比較

```
100 CLS4
110 DEFINT A-Z
120 CLEAR &HDEEE
130 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("26 00 11 D0 07 01 00 30 ED 61 03 1B 7A B3 C2 08")
140 MEM$(&HE010, 6)=HEXCHR$("E0 24 C2 02 E0 C9")
150 MEM$(&HE020,16)=HEXCHR$("3E 00 F5 32 5F E0 CD 35 E0 21 50 E0 CD 43 E0 F1")
160 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("3C C2 22 E0 C9 21 3C E0 CD 43 E0 C9 06 C3 C3 C3")
170 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("C3 C3 C3 56 01 80 1F 23 04 ED A3 15 C2 48 E0 C9")
180 MEM$(&HE050,16)=HEXCHR$("0E 7D 5F E0 D0 07 24 18 CD 00 30 9A CF B3 87 00")
190 PRINT"NORMAL":GOSUB"SOMEKEY":BEEP:CALL &HE000:BEEP
200 PRINT"DMA"   :GOSUB"SOMEKEY":BEEP:CALL &HE020:BEEP
210 PRINT"BASIC" :GOSUB"SOMEKEY":BEEP
220 FORI=0TO255
230 FORA=&H3000TO&H3000+25*80-1:OUTA,I:NEXT
240 NEXT:BEEP
250 END
```

```
260 LABEL"SOMEKEY"
270 IF INKEY$=""GOTO270
280 RETURN
```

リスト8-2を見ると分かるだろうが，DMAを動かすには1F8＊$_H$番地にコマンドをOUTしてやればよい。逆にDMAからデータを受け取ることも可能で，そのときはIN命令を使う。アドレス中の＊は何でもかまわないが，プログラム中では気分よく1F80$_H$になっている。

ところで，それじゃDMAに与えることのできるコマンドはたった1バイトだけなのか？　という疑問が起こるはずである。もちろんそんなことはない。コマンドの種類は，大きく分けて7種類あり，それぞれのコマンドは「1バイト中のこのビットが立っていたら，この種類」というふうに決まっているのである。簡単に言うなら，CPUとDMAの間であらかじめ決まったフォーマットで8ビットパラレルの通信を行なうようなものである。

DMAは買いのである

ではそういう意味も含めて，**リスト8-4**である。これはオールBASICで書いてある。要は，DMAにコマンドを送ってやればよいのであるから，別に機械語を使わなくてもよいのである。唯一の問題がDMAを使う最大の利点＝スピードがなくなってしまうことである。ここではサンプルだからこれでよいのだ。

リスト8-4　オールBASICでDMAを使ってみる

```
100 CLEAR&HDFFF
110 POKE&HE000,ASC("X"):'画面を埋める文字
120 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
130 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 E0 CF 07 24 18 CD 00 30 9A CF B3 87")
140 GOSUB"SETDMA"
150 END
160 '
170 LABEL"SETDMA"
180   FORI=1TOLEN(DMA$):OUT&H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
190 RETURN
```

ではプログラムの説明に移る。このプログラムは，全画面に「X」を表示するものである。まず最初にCLEAR命令で領域を確保している。プログラムでは&HE000から&HEFFFまでの4Kバイトを確保しているが，本当に必要なのはたった1バイトなのであった。なぜ1バイトが必要かというと，このプログラムでやっているメモリ→I/O転送ではソース（転送元）を**アドレスで指定**する必要があるためなのだ。プログラムでは，そのソースは&HE000に割り当ててあり，そこにASC（"X"）をPOKEしている。

次がRESET$＝～となって，&HC3が6個並んでいる。これはDMAに送るリセットコマンドである。DMAを初期化するにはとにかく6個のリセットコマンドを送ってやれば，DMAがどんな状態になっていても成功する。これは最悪の場合であって，本当なら6個も送る必要はない。しかし安全のために6個送っている。

次にDMA$＝RESET$＋〜となっている部分が，主役のコマンドである。その後，GOSUB〝SETDMA〞で，DMA$に入っている&HC3〜&H87までの20個の命令をDMAに送っている。

そこで肩慣らしにリスト8-4に出ているDMAのコマンドの解説を行なう。

① 概要

DMAへのコマンドは，大きく分けて7種類ある。それぞれ，WR0〜WR6と呼ばれている。WRとはライトレジスタ(Write Register)という意味で，早い話，DMAへコマンドを送るというのは，この七つのレジスタに値を書き込むこと，と解釈すればよい。なお，それぞれのWRの下にはサブレジスタというものがあり，多少複雑になっているが，別に難しいものではない。それぞれのコマンドの分類の仕方だけを**図8-1**に示す。全部で7種類なのだから左端（もしくは右端）の3ビットで判別できるようにすればいいようなものだが，きっとそこにはZilogなりの複雑な事情というものが存在するのであろう。さらに細かな意味や内容を知りたい場合は**図8-2〜8-9**を見ていただきたい。

② $C3_H$＝&H11000011

図8-1と比べれば，WR6であることが分かるだろう。意味は前述のようにRESETである。

③ $7D_H$＝&B01111101

MSB（左端）が0で，右端の二つが00でないからWR0である。そこで図8-2を見る。D_1，D_0はデータの処理形式を指定する。ここでは「01」だからトランスファー(転送)である。D_2（＝1）はデータの転送方向である。DMAは二つのポート（AとB）を持っ

図8-1 DMAライトレジスタ分類早見表

	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
WR0	0	?	?	?	?	?		
WR1	0	?	?	?	?	1	0	0
WR2	0	?	?	?	?	0	0	0
WR3	1	?	?	?	?	?	0	0
WR4	1			?	?	?	0	1
WR5	1	0	?	?	?	0	1	0
WR6	1	?	?	?	?	?	1	1

WR0：D_1, D_0 → 00でない

WR4：D_6, D_5 → 11はダメ

ていて，ソース（転送元）とディスティネーション（転送先）に割り当てるのである。Aと Bの間には，別にどうという違いはないので，迷う必要はない。ここではA→Bの方向にしている。D_6，D_5，D_4，D_3はポートAの開始アドレスと，ブロックレングス（処理バイト数－1）を設定するかどうかのフラグになっている（Z80 DMAの用語ではポインタビットという）。1であれば新しく設定するということになる。0の場合は，設定しないということであり，その場合は以前に設定されたものが使われることになる。図8-2からも分かるように，それぞれを上位，下位に分けて設定するようになっていて，新しく設定するとなれば，LSB（右の方）から指定した順に$1F80_H$にOUTしてやればよい。ここでは4ビットとも1であるから，全部指定することになる。つまり，00_H，$E0_H$，CF_H，07_Hが，それぞれサブレジスタの0～3に設定される。処理バイト数が$07CF_H$＝80×25－1であることに注意。1引いておくのだ。念のために言うが，もしブロックレングスの下位を設定しない場合は，$2D_H$＝&HB01011101の後に，00_H，$E0_H$，07_Hとすればよい。

④ 24_H＝&B00100100

図8-1よりWR1である。D_3により，ポートAをメモリにするか，I/Oにするかを決定する（ポートBはWR2で決める）。D_5，D_4は1バイト転送した後，ポートAのアドレスをどう変えるかを指定するものである。図8-2にあるように，－1，＋1，固定（変化させない）の三つの方式を指定できる。ここでは，テキストVRAMを1種類の文字で埋めるのであるから，ソースであるポートAのアドレスは$E000_H$に固定することになる。10，11どちらでもよいが，縁起物だから10にしてある。次にD_6であるが，これはポートAへのア

図8-2　WR0

WR0

D_7 D_6 D_5 D_4 D_3 D_2 D_1 D_0

0 | ベース・レジスタ

D_1	D_0	
0	0	使用しない
0	1	転送
1	0	サーチ
1	1	サーチ/転送

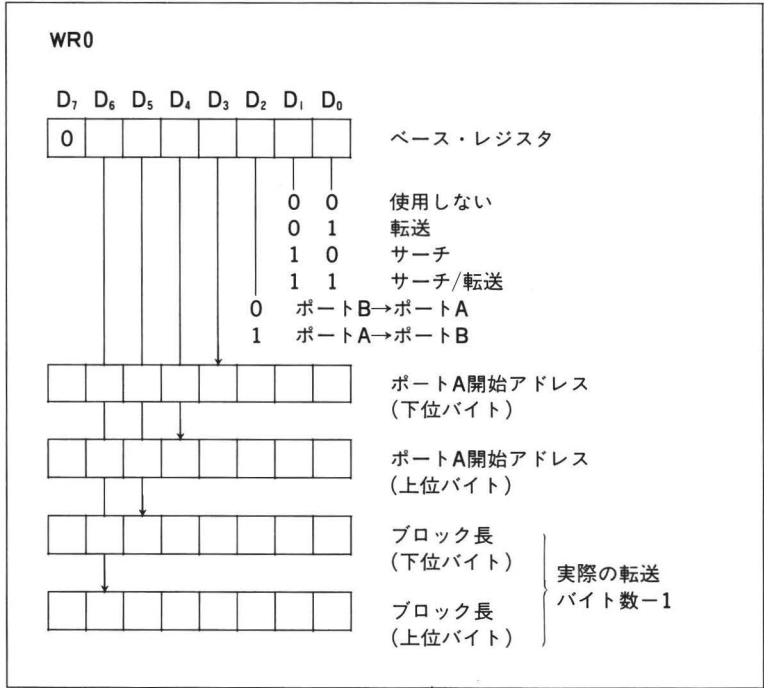
D_2	
0	ポートB→ポートA
1	ポートA→ポートB

ポートA開始アドレス（下位バイト）

ポートA開始アドレス（上位バイト）

ブロック長（下位バイト）

ブロック長（上位バイト）

実際の転送バイト数－1

クセスのタイミングを変える場合に1にする。その場合，次に1バイトを送ってやればサブレジスタに値を設定できる。ところがどっこい，turboではこの部分は使えないのである。使えたなら，さらに転送速度を上げることができるのであるが仕方がない。

⑤ 18_H＝&B00011000

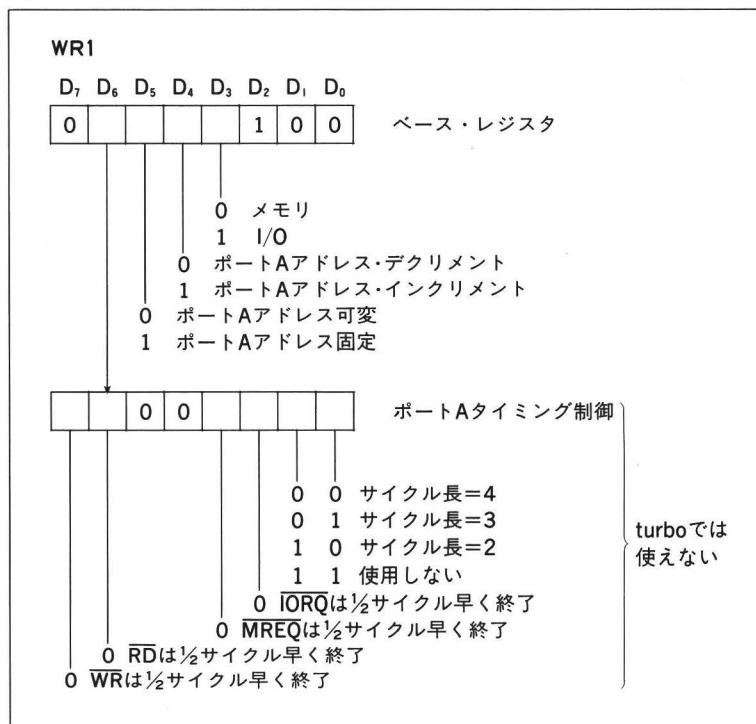
WR2である。これは指定の対象がポートBになった点を除いてWR1と同じ使い方である。テキストVRAMへ書き込むのだから，ポートBはI/Oで，インクリメントにしてある。

⑥ CD_H＝&B11001110

WR4である。WR3はサーチ用なので，ここでは抜かしてある。D_3,D_2がポートB開始アドレスの指定。ここでは，00_H，30_Hがそうである。D_6,D_5が転送モードの指定である。それぞれの転送モードの詳細は次のとおり。

バイトモード：DMAは1バイト処理するたびにCPUにバスを返す。しかし，WR0で指定したブロックレングスだけのバイト数を処理し終わってなく，かつレディ信号（次にWR5で説明する）が有効であれば，その直後に再びバスを要求するので，CPUは1マシンサイクルしか命令を実行できない。早い話がDMAとCPUは交代でバスを使うことになる。turboではDMAを使ってフロッピーディスクにアクセスする場合，このモードを使っている（第9章を参照のこと）。

バーストモード：DMAはレディ信号が有効である間はCPUにバスを返さず，プログラム

図8-3　WR1

された処理が終わるまで動作を行ない続ける。レディ信号が無効になった場合はCPUにバスを返すが，再び有効になると，またバスを要求する。この章のサンプルはすべてこのモードを使っている。

連続(コンティニュアス)モード：これはDMAが我儘を通すモードで，DMAはプログラミングされたとおりの処理を終わるまで，レディ信号が無効であってもCPUにバスを返さない。つまりCPUはDMAが処理を終えるまで，何もできないことになる。特に素早い応答が要求されている場合に，このモードが使われる。

D_4は割り込み制御バイトと呼ばれるサブレジスタを指すものである。サンプルでは使っ

図8-4　WR2

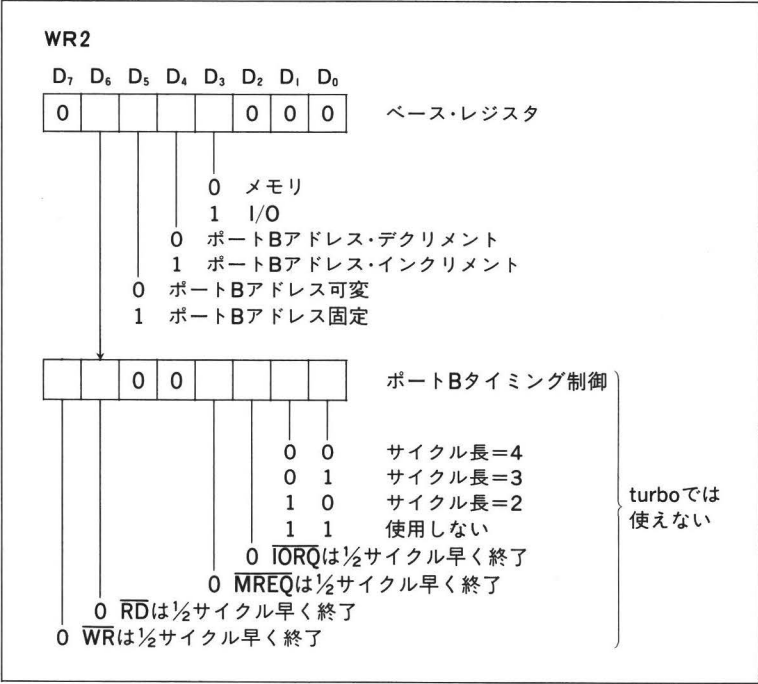
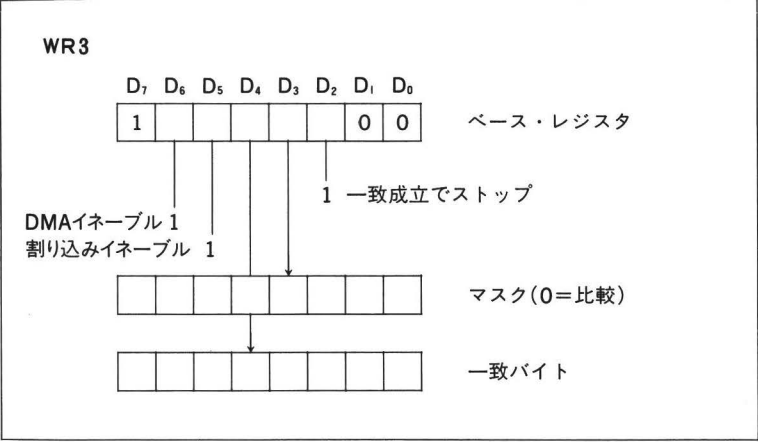



図8-5　WR3

ていないが一応説明しておく。まず，パルス発生(ビット2)はturboでは使えない。これは外部デバイスにパルスを送るものであるから，turboにとっては必要なものではない。

次にインタラプト・オン（マッチ，エンド・オブ・ブロック，レディ）の三つであるが，これはそれぞれの条件のときに割り込みを起こせということ。ステータス・アフェクツ・ベクトルというのは割り込みベクトルを，割り込み要因ごとに変化させるかどうかのフラグである。パルス制御バイトは，パルス発生を使えないのであるから turbo では意味がない。割り込みベクトルはDMAからCPUに割り込みをかけるときのベクトルの下位アドレスを指定するもの。モード2の割り込みをきちんと理解してからいじるように（割

図8-6　WR4

WR4
D_7 D_6 D_5 D_4 D_3 D_2 D_1 D_0
1 ... 0 1　ベース・レジスタ
バイト 0 0
連続 0 1
バースト 1 0
プログラム不可 1 1
ポートB開始アドレス（下位バイト）
ポートB開始アドレス（上位バイト）
0 ...　割り込み制御
RDY割り込み 1
ステータス・アフェクツ・ベクトル 1
1 一致成立で割り込み
1 エンド・オブ・ブロックで割り込み
1 パルス発生(turboでは使えない)
パルス制御
割り込みベクタ
0 0 RDY割り込み
0 1 一致割り込み
1 0 エンド・オブ・ブロック割り込み
1 1 エンド・オブ・ブロック一致割り込み

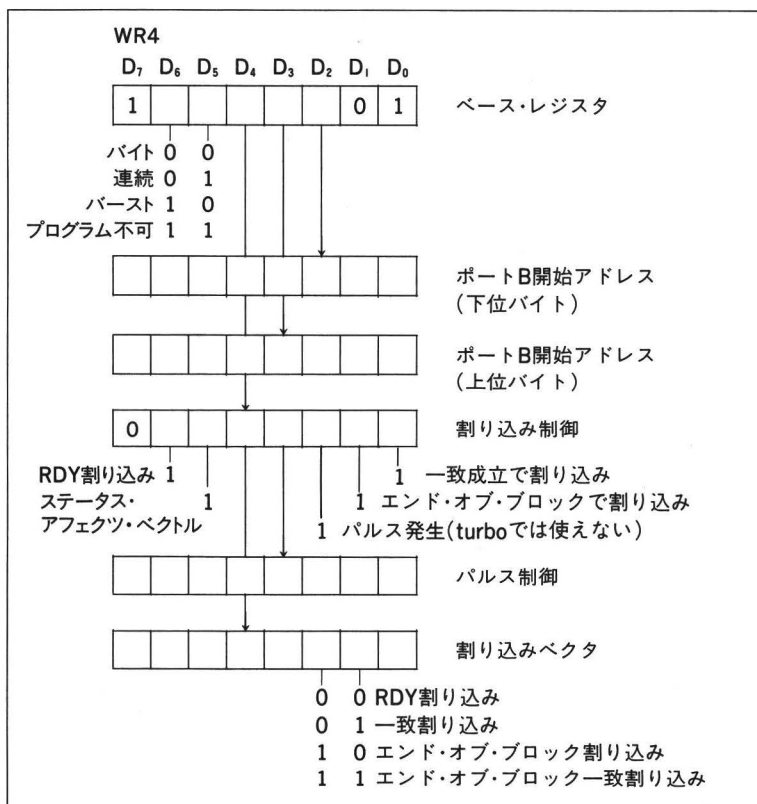
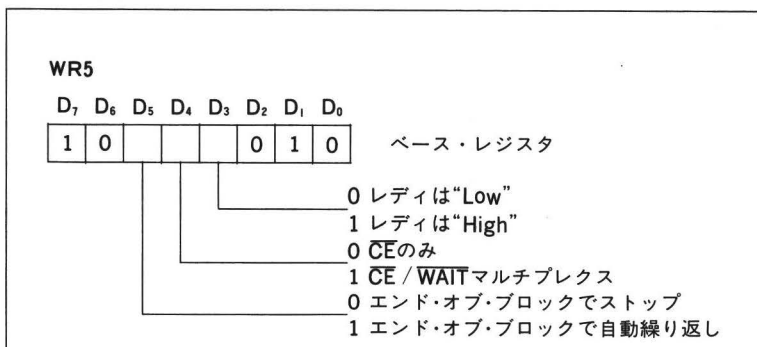



図8-7　WR5

り込みに関しては第4章を参照のこと)。

⑦ 9A$_H$=&B10011010

WR5である。まずD_3であるが，DMAにはRDYという端子があって，そこへ入ってくる信号をレディ信号という。D_3はレディ信号がHighのとき有効にするか，Lowのときに有効にするかの指定である。turboでは通常はこの信号はHighになっているので，このビットは1にしておく。逆に，FDCからデータ要求が来るとLowになるので，ディスクの読み書きをする場合は0にして，Lowを有効とする。D_4は$\overline{CE}/\overline{WAIT}$の使い方である。turboではこのビットを1にして$\overline{WAIT}$を受け付けるようにすること。D_5はオートリスタートの指定だが，これは0にして「エンド・オブ・ブロックで終決」にする。つまり，ブロックレングス分の処理を終えたらバスをCPUに返して止まるということである。もしオートリスタートにしたなら，レディ信号が有効である限り再スタートするので，止まってくれないことになる。

図8-8 リードレジスタの内容

図 8-9　WR6

83_H	ディセーブルコマンド。87_H(イネーブル)の逆。
87_H	イネーブルコマンド。このコマンドを受け取ると，DMAは直ちにバス要求を出し動作を開始する。このコマンド以外のコマンドは，すべてDMAをディセーブルする。
$8B_H$	ステータス・バイト初期再設定コマンド。ステータス・バイトのビット4(一致成立)および5(エンド・オブ・ブロック)を初期化する。
$A3_H$	割り込みリセットおよびディセーブルコマンド。Z80を使っているturboには関係ない。8080などがRETIの代わりに使う。
$A7_H$	読み出しシーケンス起動コマンド。このコマンドが送られると，マスク設定コマンド(BB_H)で指定されたレジスタを順番に読み出せる。リードレジスタの図解を参照。
AB_H	割り込みイネーブルコマンド。電源投入時，DMAは割り込みディセーブル状態で起動するので，DMAの割り込み機能を使用するときはこのコマンドを送る。このコマンドをセットした後， 割り込み条件が発生すると，DMAはCPUに対して割り込み要求を出し続けるので，割り込み処理ルーチンのはじめの方で割り込みディセーブルコマンド(AF_H)を送ること。割り込み処理終了後，ふたたび割り込みイネーブルコマンドを送る前に，割り込み条件をリセットするためにステータスバイト初期再設定コマンド($8B_H$)を送る必要がある。
AF_H	割り込みディセーブルコマンド。 DMA の割り込み処理ルーチンのはじめの方にこのコマンドが必要。そのルーチンの終わりには，ステータス・バイト初期再設定コマンド($8B_H$)と割り込みイネーブルコマンド(AB_H)が必要。
$B3_H$	強制RDYコマンド。このコマンドによって，RDY信号は強制的に常にアクティブであるとみなされる。このコマンドは，ロードコマンド(CF_H)によってリセットされるので，ロードコマンドより後に送ってやる必要がある。また，バイトモードでは動作しない。
$B7_H$	RETI後イネーブルコマンド。インタラプト・オン・レディ・モードのときのみ使用される(WR4，割り込み制御バイトのビット6)。このモードでRDY信号がアクティブになるとDMAは割り込み要求を出す。割り込み処理後，DMAにバス要求を出させたい場合，RETI後イネーブルコマンド($B7_H$)，DMAイネーブルコマンド(87_H)を送った後，RETI命令を実行すればよい。
BB_H	読み出しマスク設定コマンド。このコマンドに続く1バイトデータは，読み出しマスクレジスタへセットされる。マスクでセットされた読み出しレジスタの読み出しシーケンスは，コマンド$A7_H$によって起動する。
BF_H	ステータス・バイト読み出しコマンド。ステータス・バイト(1バイト)だけを読む場合のコマンド。
$C3_H$	リセット・コマンド。電源投入時やDMAのプログラム打ち切り時に使用される。
$C7_H$	WR1のポートA可変タイミングを標準Z80タイミングにリセットする(コマンド$C3_H$にもこの機能がある。ただし，turboでは可変タイミングは使えない)。
CB_H	WR2のポートB可変タイミングのリセット(同上)。
CF_H	ロードコマンド。ソース，ディスティネーションのアドレスレジスタの内容をアドレスカウンタにロードする。同時に，バイトカウンタのクリアも行なう。このコマンドによって，ソース側のアドレスは直ちにカウンタにロードされるが，ディスティネーション側のアドレスは，最初のインクリメントorデクリメントの際にロードされるのでディスティネーション・アドレスが固定の場合は，特別な操作を必要とする。また，このコマンドは，強制RDYコマンド($B3_H$)およびステータス・バイトのビット0(DMA動作中)をリセットしてしまう。
$D3_H$	コンティニューコマンド。バイトカウンタをクリアするが，両ポートのアドレスカウンタはロードせずに現状の値を保持する。

⑧ CF_H＝&B11001111

WR6である。WR6はビットごとに意味を持つわけではない。CF_Hはロードコマンドであるが，これは設定された値をワーク用のカウンタにロードするものである。早い話が，「よーい，どん！」の「よーい」である。

⑨ $B3_H$＝&B10110011

強制レディコマンド。つまり，RDY信号を常に有効と見なせ，というコマンド。WR5の$9A_H$でHighを有効にしているから，本当は必要ない。しかし，RDY信号が関係なくて，とにかくブロックレングス分の処理をさせたい場合には入れておく方がよい。「よーい，どん！」の「よーい」と「どん！」の間に，「途中で止まるな」と耳元にささやくよーなものである。

⑩ 87_H＝&B10000111

WR6で，イネーブルコマンド。要するに「どん！」で，DMAはこのコマンドを受け取ると，それっとばかりに動き出す。DMAが動き出すと，バスの管理はCPUを離れてDMAに移る。こうなるとCPUは命令を読み出すこと（つまりフェッチ）もできない。すなわち金縛りにあうわけである。だからZ80のプログラムとしては，続けて何事もなかったかのように「転送直後にすること」が書かれていればよいことになる。

以上がこのサンプルの解説である。はっきり言って異常に面倒臭いが，それは最初のうちだけで，一度コマンド列を作ってしまえば，やることを変えるのに，それほど手間はかからない。

そこで，基本的なバリエーションを示してしまえばよい，というわけで，突如としてサンプルプログラムが山津波を起こすのであった。

A）リスト8-5（正しい手抜き法）

DMAでは，設定し直さなければ，以前に設定したライトレジスタとサブレジスタを使うことになる。つまり，似たような処理を続けてDMAに行なわせる場合，当然レジスタの設定も似てくるから，いちいち再設定しなくてもよいレジスタが出てくる。リスト8-5は，そこ極端な例で，WR6以外は同じままでよいので，150〜190行の間のループではソースへASCIIコードをPOKEした後，CF_H＝ロード，$B3_H$＝強制レディ，87_H＝イネーブルだけをDMAに送っている。変化しているのはソースアドレスではなく，ソースアドレスの内容であるからWR0のポートA開始アドレスは再設定する必要がない。やっていることは，リスト8-3と同じく，0〜255のASCIIコードの文字を画面中に書いているだけである。ループの中ではDMAに送るのは3バイト（本当は$B3_H$も抜かしてよい）だけになったので，結構速くなっている。

リスト8-5　正しい手抜き法

```
100 CLEAR&HDFFF
110 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3")
120 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 E0 D0 07 24 18 CD 00 30 9A")
130 GOSUB"SETDMA"
```

```
140 '
150 FORK=0TO255
160   POKE&HE000,K:'アスキーコードをソース・アドレスへPOKE。
170   DMA$=HEXCHR$("CF B3 87"):'←これだけですよ、これだけ。
180   GOSUB"SETDMA"
190 NEXT
200 END
210 '
220 LABEL"SETDMA"
230   FORI=1TOLEN(DMA$):OUT&H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
240 RETURN
```

B）リスト 8-6（メモリ→メモリ）

単純なブロック転送である。たかだか64バイトの転送なら，MEM$(〜)＝MEM$(〜)で充分なのであるが，結局サンプルとはそういうものなのである。40行と90行でモニタに飛んでメモリをダンプしている。それ以外に特筆することはない。

リスト 8-6　メモリ→メモリのブロック転送

```
10 CLEAR &HDFFF:CLS4
20 MEM$(&HE000,&H90)=STRING$(&H90,0)  :'メモリをクリア
30 MEM$(&HE000,&H40)=STRING$(&H40,"!"):'ソースをセット
40 KEY0,"DE000 E08F"+CHR$(13)+"R"+CHR$(13):MON
50 A$=INKEY$(1)
60 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット  データ
70 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 E0 3F 00 14 10 CD 40 E0 9A CF B3 87")
80 GOSUB"SETDMA"
90 KEY0,"DE000 E08F"+CHR$(13)+"R"+CHR$(13):MON
100 END
110 '
120 LABEL"SETDMA"
130   FORI=1TOLEN(DMA$):OUT&H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
140 RETURN
```

C）リスト 8-7（メモリ→I/O）

「CLS 4」と大体同じことをするプログラムである。具体的には，テキストVRAMへ32(スペースのASCIIコード)，アトリビュートへ7，漢字VRAMとグラフィックVRAMへ0を書き込む。ただしグラフィックの方はバンク0か1，どちらか一方，アクセス可能な状態になっているバンクだけをクリアする。気になったので100回実行して「CLS 4」と速度を比べてみた。約2倍の速度であった。140行のHEXCHR$の中は機械語ルーチンである。ソースリストは**リスト 8-8**である。OUTIを使ったテクニックで少しでも速くしようということをもくろんでいる（本当はJRをJPにするともっと速くなる)。USR0(DMA$)を実行すると，DEレジスタにDMA$の内容へのポインタ，Bレジスタに文字列の長さが入って$E000_H$にサブルーチンコールするのである。また，230行の0，32，7，は転送するデータなので，0→2などのように変えると5分間ぐらいは楽しめるであろう(100回ループは消すんだよ)。

リスト 8-7　「CLS 4」モドキ

```
100 DEFINT A-Z
110 INIT:KLIST0:CONSOLE0,25
```

```
120 CLEAR&HDFFF
130 DEFUSR0=&HE000
140 MEM$(&HE000,12)=HEXCHR$("78 EB 01 80 1F 04 ED A3 3D 20 FA C9")
150 '機械語ルーチンを作って速くしたのだ。
160 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
170 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 20 E0 CF C7 24 18 CD 00 38 9A CF 87")
180 '漢字ＶＲＡＭとグラフィックＶＲＡＭをクリア。
190 DMA$=DMA$+  HEXCHR$("4D 21        07         C9    30    CF 87")
200 'テキストＶＲＡＭを３２（スペース）に。
210 DMA$=DMA$+  HEXCHR$("0D 22                   C9    28    CF 87")
220 'アトリビュートを７（白）に。
230 POKE&HE020,0,32,7:'それぞれのデータです。
240 TIME=0:FORK=1TO100:D$=USR0(DMA$):NEXT:T1=TIME
250 TIME=0:FORK=1TO100:CLS4:NEXT:T2=TIME
260 PRINTT1,T2
270 END
```

リスト 8-8　高速版"SETDMA"

```
                                .Z80
                                .PHASE  0E000H  ;OR ANY PLACE
                        ;
                        ;DE=ADDRESS TO DATA,B=COUNTER
E000    78                      LD      A,B
E001    EB                      EX      DE,HL           ;HL POINTS DATA
E002    01 1F80                 LD      BC,1F80H        ;DMA ADDRESS
E005    04              LOOP:   INC     B
E006    ED A3                   OUTI
E008    3D                      DEC     A
E009    20 FA                   JR      NZ,LOOP
                        ;
E00B    C9                      RET
                        ;
                                END
```

D）リスト 8-9（I/O → I/O）

DMA のありがたみは，やはり LDIR が使えず，なおかつポインタとして BC レジスタしか使えない I/O へのアクセス時に七色するのである。最初はテキスト VRAM →テキスト VRAM の転送である。110 行にあるどうしようもない文字列を 0 行目にプリントした後，同順，逆順に転送する。アトリビュートや漢字 VRAM には触っていないので，何かに使おうとする場合は注意が必要である。3 とおりのコマンド列を作っておいたから，「'」(REM) を消して使っていただきたい。特に 180 行の「同じ行内へ逆順に転送する」というやつは，ソースとディスティネーションが重なるとどうなるかという意味も含んでいる（結果は別にどうということもないが）。

リスト 8-9　I/O→I/O(文字列)転送

```
100 CLS4
110 PRINT"0123456789 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmn"
120 PRINTSTRING$(160," ")
130 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
140 '
150 '行を替えて同順
160  DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 30 4F 00 1C 18 CD 50 30 9A CF B3 87")
170 '同じ行で逆順
180 'DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 30 4F 00 1C 08 CD 4F 30 9A CF B3 87")
190 '行を替えて逆順
200 'DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 30 4F 00 1C 08 CD 9F 30 9A CF B3 87")
210 '
220 GOSUB"SETDMA"
```

```
230 LOCATE 0,10
240 END
250 '
260 LABEL"SETDMA"
270    FORI=1TOLEN(DMA$):OUT&H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
280 RETURN
```

E) リスト 8-10 (I/O → I/O)

人呼んで「回転星」という。このプログラムはEMM（大容量RAMボード）が必要だから，持っていない人は指をくわえて見ていていただきたい。

このプログラムが何をしているかというと，EMM ↔ G-RAMの間でデータ転送をしているのである。グラフィックデータはモノクロで1ページ当たり640×200＝16Kバイトである，EMMの容量は320Kバイトだから，計算すれば320÷16＝20画面分が1枚のEMMに入ってしまう。8色なら320/48＝6.66……であるから6画面分。640×400ならばその半分の3画面分である。

リスト 8-10　回転星

```
100 WIDTH80,25:INIT:KLIST0:CLS4
110 OUT&HD00,0:OUT&HD01,0:OUT&HD02,0:'ＥＭＭの内部アドレスを０にする。
120 'データをＥＭＭに送りこむ。（ ２０面分 ）
130 S=360/20/5:FORJ=1TO20
140 POLY(320,100),90,4,144,90+J*S,720+90+J*S:'星形を書く
150 PAINT(0,0),2,4:PAINT(320,100),1,2
160 GOSUB"EMMW":CLS4
170 NEXT:BEEP
180 '
190 INIT:CLS4:F=0:Q=0:B=0
200 OUT&HD00,0:OUT&HD01,0:OUT&HD02,0:'ＥＭＭの内部アドレスを０にする。
210 Q=((Q+1)AND7):B=((Q+1)AND7)
220 FORJ=1TO20
230 IF 0 GOSUB"EMMR" ELSE GOSUB"EMMR-2":'次々とＧＲＡＭへ転送する。
240 NEXT:GOTO 200
250 END
260 '
270 LABEL"EMMW":'ＧＲＡＭからＥＭＭへ転送する。
280 DMA$=HEXCHR$("C3C3C3 C3 C3 C3 7D 03 0D FF 3F 2C 18 CD 00 40 9A CF 01 CF 87")
290 GOSUB"SETDMA"
300 RETURN
310 '
320 LABEL"EMMR":'ＥＭＭからＧＲＡＭへ転送する。
330 DMA$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3 7D 03 0D FF 3F 2C 18 CD 00 40 9A CF B3 87")
340 GOSUB"SETDMA"
350 RETURN
360 '
370 LABEL"EMMR-2":'画面スワッピングも使いながらＥＭＭからＧＲＡＭへ転送する。
380 IF F THEN 420
390 DMA$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3 7D 03 0D FF 3F 2C 18 CD 00 40 9A CF B3 87")
400 GOSUB"SETDMA":PALET@ B,Q,B,Q,B,B,B,B
410 GOTO 440
420 DMA$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3 7D 03 0D FF 3F 2C 18 CD 00 80 9A CF B3 87")
430 GOSUB"SETDMA":PALET@ B,B,Q,Q,B,B,B,B
440 F=(F=0):RETURN
450 '
460 LABEL"SETDMA"
470  FOR I=1 TO LEN(DMA$):OUT &H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
480 RETURN
```

このプログラムはDMAを使い，EMMからG-RAMへデータを転送することにより，一気にアニメーションしてしまおうというものである。ここでは星を回しているだけだが，どんな図形だろうと同じ手間だから，結構面白いことができるはずである。

というところで，リスト8-10の解説を行なう。130〜170行が星型のグラフィックを描き，EMMへ送り込むルーチンである。EMMの内部アドレスは自動的にインクリメントするから，110行と200行でEMMの内部アドレスを設定するだけで済む。

さて，実はこのサンプルは，

とっても大事なのである。

というのは，DMAではディスティネーションが**固定アドレスの場合は特別な操作が必要**なのである。EMMへのデータ書き込みは，固定アドレスへの転送だから，これにひっかかるのである。具体的には，ディスティネーションに使用されるポート（この場合はポートA）に実際にアドレスがロードされるのは，最初の増減（インクリメント/デクリメント）が行なわれたときなのだ。だからアドレス固定の場合は死ぬまでロードされない。そのために，少々手間をかけてやる必要がある。早い話が，とりあえず一度ポートAを**ソースに指定してから**CF_H（ロードコマンド）を送ってやるのである。ソースの方は，ロードコマンドが送られると，その時点でちゃんとアドレスがロードされるからOK。その直後に「やっぱりポートAはディスティネーションにするね」と，ひっくり返すのである。280行にあるHEXCHR$の中の後ろの方の「CF 01」がその部分である。$01_H$（WR0：B→A指定）が鍵なのである。その後は「CF 87」で再ロード，DMAイネーブルで走ってくれる。

次に230行の「IF 0～」というやつであるが，これは2とおり用意したEMM→G-RAM転送のうち，どちらを選ぶかの分岐点になっている。GOSUB〝EMMR〟の方がシンプルだが，転送している様子が見えてしまうのであまり美しくない。そこで〝EMMR-2〟では青画面（もちろん色はパレットで変えてある）を表示しつつ，赤画面へ転送し，転送後青画面を引っ込めて，赤画面を表示，次は赤画面と青画面の役割を入れ替えて同じことを繰り返す，ということをやっている。どちらもそれほど速くないが，これはDMAのせいではなく，460行からのサブルーチン〝SETDMA〟がトロいのである。リスト8-8の機械語サブルーチンを使えばほぼ2倍の速度になる。**リスト8-11, 8-12**にDMAを使わずにCPUがシコシコと転送するプログラムも載せておくので，turboユーザーでない人も試して欲しい。ただしNEW BASIC（CZ-8F01 V 2.0）でないとペイントにいらだつと思われるので覚悟するよーに。

なお，リスト8-11でUSR0，USR1に文字列を渡しているのは，&H8000が実数型になってしまうためである。さらに補足すると，リスト8-12のそれぞれの先頭にある「CP 3」はAレジスタが渡された変数のタイプを持っているので，それをチェックしているのである。文字列型以外であれば，タイプミスマッチのエラーが発生するようにしてある。肝心の速度の比較であるが，リスト8-10とたいして変わらないようである。

リスト8-11　DMAを使わない回転星

```
100 CLEAR&HDFFF
110 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE030
120 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("FE 03 28 04 3E 0D DD E9 EB 46 23 4E 21 00 40 D9")
130 MEM$(&HE010,16)=HEXCHR$("01 03 0D D9 ED 78 03 D9 ED 79 D9 2B 7C B5 C2 14")
140 MEM$(&HE020,2) =HEXCHR$("E0 C9")
150 MEM$(&HE030,16)=HEXCHR$("FE 03 28 04 3E 0D DD E9 EB 46 23 4E D9 21 00 40")
160 MEM$(&HE040,16)=HEXCHR$("01 03 0D ED 78 D9 ED 79 03 D9 2B 7C B5 C2 43 E0")
170 MEM$(&HE050,1) =HEXCHR$("C9")
180 WIDTH80:INIT:CLS4
190 OUT&HD00,0:OUT&HD01,0:OUT&HD02,0:'ＥＭＭの内部アドレスを０にする。
200 'データをＥＭＭに送りこむ。（２０面分 ）
210 S=360/20/5:FORJ=1TO20
220 POLY(320,100),90,4,144,90+J*S,720+90+J*S:'星形を書く
230 PAINT(0,0),2,4:PAINT(320,100),1,2
240 GOSUB"EMMW-NM":CLS4
```

```
250 NEXT:BEEP
260 '
270 INIT:CLS4:F=0:Q=0:B=0
280 OUT&HD00,0:OUT&HD01,0:OUT&HD02,0:'ＥＭＭの内部アドレスを０にする。
290 Q=((Q+1)AND7):B=((Q+1)AND7)
300 FORJ=1TO20
310 IF 0 GOSUB"EMMR-NM" ELSE GOSUB"EMMR-NM-2":'次々とＧＲＡＭへ転送する。
320 NEXT:GOTO 280
330 END
340 '
350 LABEL"EMMW-NM":'ＧＲＡＭからＥＭＭへ転送する。
360 D$=USR0(HEXCHR$("4000"))
370 RETURN
380 '
390 LABEL"EMMR-NM":'ＥＭＭからＧＲＡＭへ転送する。
400 D$=USR1(HEXCHR$("4000"))
410 RETURN
420 '
430 LABEL"EMMR-NM-2":'画面スワッピングも使いながらＥＭＭからＧＲＡＭへ転送する。
440 IF F THEN 480
450 D$=USR1(HEXCHR$("4000"))
460 PALET0,B:PALET1,Q:PALET2,B:PALET3,Q
470 GOTO 500
480 D$=USR1(HEXCHR$("8000"))
490 PALET0,B:PALET1,B:PALET2,Q:PALET3,Q
500 F=(F=0):RETURN
```

リスト 8-12　EMM↔G-RAM サブルーチン

```
                               .PHASE  0E000H
                               .Z80
                       ;
                       ;STAR
                       ;
E000   FE 03                   CP      3         ;CHECK VAR.TYPE
E002   28 04                   JR      Z,OKGO1   ;HL POINTS.INT.?
E004   3E 0D                   LD      A,13      ;TYPE MISMATCH
E006   DD E9                   JP      (IX)      ;ERROR ROUTINE
                       ;
E008   EB              OKGO1:  EX      DE,HL
E009   46                      LD      B,(HL)    ;HIGH
E00A   23                      INC     HL
E00B   4E                      LD      C,(HL)    ;LOW
E00C   21 4000                 LD      HL,4000H          ;COUNTER
E00F   D9                      EXX
E010   01 0D03                 LD      BC,0D03H          ;EMM DATA
                       ;
E013   D9                      EXX
E014   ED 78           LOOP1:  IN      A,(C)     ;FM GRAM
E016   03                      INC     BC
E017   D9                      EXX
E018   ED 79                   OUT     (C),A
E01A   D9                      EXX
E01B   2B                      DEC     HL
E01C   7C                      LD      A,H
E01D   B5                      OR      L
E01E   C2 E014                 JP      NZ,LOOP1
                       ;
E021   C9                      RET
                       ;
                       ;
E022                           DS      14        ;DASAI
                       ;
E030   FE 03                   CP      3         ;CHECK VAR.TYPE
E032   28 04                   JR      Z,OKGO2   ;HL POINTS INT.?
E034   3E 0D                   LD      A,13      ;TYPE MISMATCH
E036   DD E9                   JP      (IX)      ;ERROR ROUTINE
                       ;
E038   EB              OKGO2:  EX      DE,HL
E039   46                      LD      B,(HL)    ;HIGH
E03A   23                      INC     HL
E03B   4E                      LD      C,(HL)    ;LOW
```

```
E03C     D9                          EXX
E03D     21 4000                     LD      HL,4000H        ;COUNTER
E040     01 0D03                     LD      BC,0D03H        ;EMM DATA
                          ;
E043     ED 78            LOOP2:     IN      A,(C)    ;FM EMM
E045     D9                          EXX
E046     ED 79                       OUT     (C),A
E048     03                          INC     BC
E049     D9                          EXX
E04A     2B                          DEC     HL
E04B     7C                          LD      A,H
E04C     B5                          OR      L
E04D     C2 E043                     JP      NZ,LOOP2
                          ;
E050     C9                          RET
                          ;
                                     END
```

F) リスト 8-13, 8-14（テキストスクロール）

別に言うことはないが，このプログラムを走らせると，画面に表示されている漢字が一瞬化ける。これは三つの転送（テキスト VRAM，アトリビュート，漢字 VRAM）の間に時間差があるため。つまり〝SETDMA〟が遅いからである。

リスト 8-13 テキストスクロールアップ

```
10 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット  データ
20 'テキストVRAM
30 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 50 30 7F 07 1C 18 CD 00 30 9A CF B3 87")
40 'アトリビュート
50 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 50 28 7F 07 1C 18 CD 00 28 9A CF B3 87")
60 '漢字VRAM
70 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 50 38 7F 07 1C 18 CD 00 38 9A CF B3 87")
80 GOSUB"SETDMA"
90 END
100 '
110 LABEL"SETDMA"
120   FORI=1TOLEN(DMA$):OUT&H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
130 RETURN
```

リスト 8-14 テキストスクロールダウン

```
10 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット  データ
20 'テキストVRAM
30 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 7F 37 7F 07 0C 08 CD CF 37 9A CF B3 87")
40 'アトリビュート
50 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 7F 2F 7F 07 0C 08 CD CF 2F 9A CF B3 87")
60 '漢字VRAM
70 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 7F 3F 7F 07 0C 08 CD CF 3F 9A CF B3 87")
80 GOSUB"SETDMA"
90 END
100 '
110 LABEL"SETDMA"
120   FORI=1TOLEN(DMA$):OUT&H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
130 RETURN
```

G) リスト 8-15（上 8 ドットグラフィックスクロール）

これは 8 ドット分グラフィックを上へスクロールさせるプログラムである。

4050_H〜$477F_H$ →4000_H〜$472F_H$

4850_H～$4F7F_H$→4800_H～$4F2F_H$

⋮

⋮

⋮

7850_H～$7F7F_H$→7800_H～$7F2F_H$

という具合に8回ブロック転送を実行している。これはX1のグラフィックの座標とアドレスの関係からこのようになっているのである。このプログラムではY座標が192～199に当たる下の方の8ライン分はそのまま残るので，140行のサークル命令の半径を95ぐらいにするとゴミが出る。

リスト8-15　上8ドットグラフィックスクロール

```
100 DEFINT A-Z
110 CLEAR&HDFFF
120 DEFUSR0=&HE000
130 MEM$(&HE000,12)=HEXCHR$("78 EB 01 80 1F 04 ED A3 3D 20 FA C9")
140 INIT:CLS4:CIRCLE(320,100),60,6
150 PAINT(320,100),&H26,6
160 SYMBOL(282,100),"朝です",2,2,7,0,PRESET
170 '
180 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
190 '青画面
200 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 50 40 7F 07 1C 18 CD 00 40 9A CF 87")
210 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   48                C9   48 9A CF 87")
220 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   50                C9   50 9A CF 87")
230 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   58                C9   58 9A CF 87")
240 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   60                C9   60 9A CF 87")
250 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   68                C9   68 9A CF 87")
260 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   70                C9   70 9A CF 87")
270 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   78                C9   78 9A CF 87")
280 '赤画面
290 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   80                C9   80 9A CF 87")
300 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   88                C9   88 9A CF 87")
310 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   90                C9   90 9A CF 87")
320 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   98                C9   98 9A CF 87")
330 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   A0                C9   A0 9A CF 87")
340 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   A8                C9   A8 9A CF 87")
350 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   B0                C9   B0 9A CF 87")
360 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   B8                C9   B8 9A CF 87")
370 '緑画面
380 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   C0                C9   C0 9A CF 87")
390 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   C8                C9   C8 9A CF 87")
400 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   D0                C9   D0 9A CF 87")
410 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   D8                C9   D8 9A CF 87")
420 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   E0                C9   E0 9A CF 87")
430 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   E8                C9   E8 9A CF 87")
440 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   F0                C9   F0 9A CF 87")
450 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15   F8                C9   F8 9A CF 87")
460 FORK=0TO20:D$=USR0(DMA$):NEXT
470 END
```

H）リスト8-16（左8ドットグラフィックスクロール）

4001_H～$7FFF_H$→4000_H～$7FFE_H$

8001_H～$BFFF_H$→8000_H～$BFFE_H$

$C001_H$～$FFFF_H$→$C000_H$～$FFFE_H$

の3回ブロック転送をしている。考えられる限りセコいので，80回（640ドット）左へスクロールすると8ドット分上へ上がってしまう。これについては，普通の機械語でも試し

て速度を比べてみた。270 行からがそうである。USR1 に「8 ドット左へスクロールする回数」を渡せばよい。サンプル中では 80 を渡してある。機械語部分のソースは**リスト 8-17**である。本当はありとあらゆる汚い手を使って高速化してみたかったのだが，読みづらくなるので避けたのである。もっとも，このサンプルのように，BC と B'C'をソースとディスティネーションに割り当てるのが一番速いと思う。

リスト 8-16　左 8 ドットグラフィックスクロール

```
100 DEFINT A-Z
110 CLEAR&HDFFF
120 DEFUSR0=&HE000:DEFUSR1=&HE100
130 MEM$(&HE000,12)=HEXCHR$("78 EB 01 80 1F 04 ED A3 3D 20 FA C9")
140 INIT:CLS4:CIRCLE(320,100),60,6
150 PAINT(320,100),&H26,6
160 SYMBOL(266,100),"異常です",2,2,7,0,PRESET
170 '
180 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
190 '青画面
200 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 01 40 FE 3F 1C 18 CD 00 40 9A CF 87")
210 '赤画面
220 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15    80                C9    80 9A CF 87")
230 '緑画面
240 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("15    C0                C9    C0 9A CF 87")
250 TIME=0:FORK=0TO80:D$=USR0(DMA$):NEXT:PRINT"BY DMA    =";TIME
260 '
270 MEM$(&HE100,16)=HEXCHR$("FE 02 28 04 3E 0D DD E9 7E B7 C8 57 01 00 40 CD")
280 MEM$(&HE110,16)=HEXCHR$("23 E1 01 00 80 CD 23 E1 01 00 C0 CD 23 E1 15 C2")
290 MEM$(&HE120,16)=HEXCHR$("0C E1 C9 78 D9 47 0E 01 21 FE 3F ED 78 03 D9 ED")
300 MEM$(&HE130,11)=HEXCHR$("79 03 D9 2B 7C B5 C2 2B E1 D9 C9")
310 TIME=0:D=USR1(80):PRINT"NOT BY DMA=";TIME
```

リスト 8-17　DMA を使わずにグラフィックスクロール

```
                             .PHASE  0E100H
                             .Z80

                    ;GRAPHIC SHIFT TO LEFT
                    ;
E100    FE 02                CP      2         ;CHECK VAR.TYPE
E102    28 04                JR      Z,OKGO    ;HL POINTS INT.?
E104    3E 0D                LD      A,13      ;TYPE MISMATCH
E106    DD E9                JP      (IX)      ;ERROR ROUTINE
                    ;
E108    7E          OKGO:    LD      A,(HL)    ;0-255
E109    B7                   OR      A
E10A    C8                   RET     Z         ;0 TIME
E10B    57                   LD      D,A       ;COPY TIMES
                    ;
E10C    01 4000     LOOP0:   LD      BC,4000H        ;BLUE
E10F    CD E123              CALL    SHIFT1
                    ;
E112    01 8000              LD      BC,8000H        ;RED
E115    CD E123              CALL    SHIFT1
                    ;
E118    01 C000              LD      BC,0C000H       ;GREEN
E11B    CD E123              CALL    SHIFT1
                    ;
E11E    15                   DEC     D
E11F    C2 E10C              JP      NZ,LOOP0
                    ;
E122    C9                   RET               ;RET TO BASIC
                    ;
                    ;SUBROUTINE      BC=TOP OF PAGE
E123    78          SHIFT1:  LD      A,B
E124    D9                   EXX
E125    47                   LD      B,A
E126    0E 01                LD      C,01      ;B'C'=SOURCE
E128    21 3FFF              LD      HL,3FFFH        ;COUNTER
                    ;
E12B    ED 78       LOOP1:   IN      A,(C)     ;GET 1 BYTE
E12D    03                   INC     BC        ;INC POINTER
E12E    D9                   EXX
```

```
E12F    ED 79              OUT   (C),A     ;COPY 1 BYTE
E131    03                 INC   BC        ;INC POINTER
E132    D9                 EXX
E133    2B                 DEC   HL        ;DEC COUNTER
E134    7C                 LD    A,H
E135    B5                 OR    L         ;CHECK COUNTER
E136    C2 E12B            JP    NZ,LOOP1
                   ;
E139    D9                 EXX
E13A    C9                 RET             ;RET TO MAIN ROUTINE
                   ;
                           END
```

I）リスト 8-18（上１ドットグラフィックスクロール）

律儀に上下をつなげてみた。200回スクロールすると元に戻るわけである。メインメモリの E100H番地から E8CFHまでの 07CFH＋１バイトをワークエリア（バッファ）にしていることに注意。このサンプルプログラムのように上下をつなげる場合にはどうしても必要である。本当のところは，１ラインのスクロールならワークエリアは80バイトで済むのだが，そうすると手間がかかり，速度に響いてしまう。

79Hはポート B→ポート A への転送を指定している。

リスト 8-18　上１ドットグラフィックスクロール

```
100 DEFINT A-Z
110 CLEAR&HDFFF
120 DEFUSR0=&HE000
130 MEM$(&HE000,12)=HEXCHR$("78 EB 01 80 1F 04 ED A3 3D 20 FA C9")
140 INIT:KLIST0:CLS4:CIRCLE(320,100),60,6
150 PAINT(320,100),&H62
160 SYMBOL(282,100),"朝です",2,2,7,0,PRESET
170 '
180 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
190 '青画面
200 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 40 CF 07 1C 10 CD 00 E1 9A CF 87"):'TO MEM
210 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 48 CF 37 1C 18 CD 00 40 9A CF 87"):'IN VRAM
220 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 78 7F 07 1C 10 CD 50 E1 9A CF 87"):'FM MEM
230 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 7F 4F 00 1C 10 CD 00 E1 9A CF 87"):'FM MEM
240 '赤画面
250 DMA$=DMA$+RESET$
260 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 80 CF 07 1C 10 CD 00 E1 9A CF 87"):'TO MEM
270 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 88 CF 37 1C 18 CD 00 80 9A CF 87"):'IN VRAM
280 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 B8 7F 07 1C 10 CD 50 E1 9A CF 87"):'FM MEM
290 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 BF 4F 00 1C 10 CD 00 E1 9A CF 87"):'FM MEM
300 '緑画面
310 DMA$=DMA$+RESET$
320 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 C0 CF 07 1C 10 CD 00 E1 9A CF 87"):'TO MEM
330 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 C8 CF 37 1C 18 CD 00 C0 9A CF 87"):'IN VRAM
340 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 F8 7F 07 1C 10 CD 50 E1 9A CF 87"):'FM MEM
350 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 FF 4F 00 1C 10 CD 00 E1 9A CF 87"):'FM MEM
360 FORK=1TO200:D$=USR0(DMA$):NEXT
370 END
```

J）リスト 8-19（上２ドットグラフィックスクロール）

これも律儀に上下をつなげてある。残念ながら実行してよーく見ていると色がズレまくっている。ここらへんがDMAでグラフィックを扱う限界なのかもしれないが，「正しい手抜き法」を使えばある程度の改善はできるはずである。挑戦してみていただきたい。

リスト 8-19　上２ドットグラフィックスクロール

```
100 DEFINT A-Z
110 CLEAR&HCFFF
120 DEFUSR0=&HD000
130 MEM$(&HD000,12)=HEXCHR$("78 EB 01 80 1F 04 ED A3 3D 20 FA C9")
```

```
140 INIT:KLIST0:CLS4:CIRCLE(320,100),60,2
150 PAINT(320,100),2,2
160 SYMBOL(240,100),"赤丸急上昇",2,2,7,0,PSET
170 '
180 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット データ
190 '青画面
200 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7D 00 40 CF 07 1C 10 CD 00 E0 9A CF 87"):'TO MEM
210 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 48 CF 07       CD 00 E8    CF 87"):'TO MEM
220 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 50 FF 2F    18 CD 00 40    CF 87"):'IN VRAM
230 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 70 7F 07    10 CD 50 E0    CF 87"):'FM MEM
240 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 78 7F 07       CD 50 E8    CF 87"):'FM MEM
250 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 77 4F 00       CD 00 E0    CF 87"):'FM MEM
260 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 7F 4F 00       CD 00 E8    CF 87"):'FM MEM
270 '赤画面
280 DMA$=DMA$+RESET$
290 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 80 CF 07 1C 10 CD 00 E0 9A CF 87"):'TO MEM
300 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 88 CF 07       CD 00 E8    CF 87"):'TO MEM
310 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 90 FF 2F    18 CD 00 80    CF 87"):'IN VRAM
320 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 B0 7F 07    10 CD 50 E0    CF 87"):'FM MEM
330 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 B8 7F 07       CD 50 E8    CF 87"):'FM MEM
340 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 B7 4F 00       CD 00 E0    CF 87"):'FM MEM
350 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 BF 4F 00       CD 00 E8    CF 87"):'FM MEM
360 '緑画面
370 DMA$=DMA$+RESET$
380 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 C0 CF 07 1C 10 CD 00 E0 9A CF 87"):'TO MEM
390 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 C8 CF 07       CD 00 E8    CF 87"):'TO MEM
400 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("7D 00 D0 FF 2F    18 CD 00 C0    CF 87"):'IN VRAM
410 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 F0 7F 07    10 CD 50 E0    CF 87"):'FM MEM
420 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 00 F8 7F 07       CD 50 E8    CF 87"):'FM MEM
430 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 F7 4F 00       CD 00 E0    CF 87"):'FM MEM
440 DMA$=DMA$  +HEXCHR$("79 80 FF 4F 00       CD 00 E8    CF 87"):'FM MEM
450 FORK=1TO100:D$=USR0(DMA$):NEXT
460 END
```

以上が転送であった。DMAの動作には，転送以外にサーチ，サーチ＋転送がある。こちらの使い方も基本的には同じなのだが，多少趣が異なるので，まずはごくごく基本のサンプルを示す。

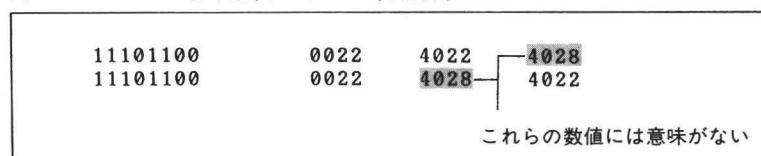
K）リスト 8-20

図 8-10 は実行結果である。まず1000行からのサブルーチンを説明する。

リードレジスタについては一応説明してあったが，これはDMAが実行を終了した後で，「どれどれお前さんは何をしたのかね」と言いつつノゾキ見るために付いているのである。特にサーチは実行結果がDMAの内部にしか残らないから，どうしてもここを見る必要がある。そのリードレジスタをDMAから読み出すには何とおりかの方法があるが，別に深く悩まず全部読み出してしまえばよいのであった。まずリスト 8-20の1080行目からリードレジスタを読み出し，配列DMA（～）に代入している。

最初に&HBBをOUTしているが，これはWR6のコマンドで「リード・マスク・フォローズ」（後ろに続くマスクを読め）である。その直後の&H7がそのマスクである。このマスクの中の対応するビットが立っていれば（1ならば），それに対応する1バイトのリードレジスタを読み出すことになる。1110行のFOR～NEXT文がそうである。図 8-8を見れ

図 8-10　サーチの基本技（リスト 8-20）実行例

```
11101100     0022     4022   ┌─4028
11101100     0022     4028─┤   4022
                                  │
                        これらの数値には意味がない
```

リスト 8-20　サーチの基本技

```
100 INIT:CLS4
110 CLEAR &HDFFF
120 OUT&H4020,&HFF:'マ ー ク
130 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リ セ ッ ト  デ ー タ
140 '
150 'ポ ー ト A を 使 っ て 、 マ ス ク な し で&B11111111=&HFF を サ ー チ
160 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7E 00 40 30 00 1C    9C 00 FF C1        9A CF 8B 87")
170 GOSUB"DISPDMA"
180 '
190 'ポ ー ト B を 使 っ て 、 マ ス ク な し で&B11111111=&HFF を サ ー チ
200 DMA$=RESET$+HEXCHR$("62        30 00    18 9C 00 FF CD 00 40 9A CF 8B 87")
210 GOSUB"DISPDMA"
220 END
230 '
1000 LABEL"DISPDMA"
1010   GOSUB"SETDMA":GOSUB"READDMA":GOSUB"DMPDMA"
1020 RETURN
1030 '
1040 LABEL"SETDMA"
1050   FORI=1TOLEN(DMA$):OUT&H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
1060 RETURN
1070 '
1080 LABEL"READDMA"
1090   OUT&H1F80,&HBB
1100   OUT&H1F80,&H7F
1110   FORI=1TO7:DMA(I)=INP(&H1F80):NEXT
1120 RETURN
1130 '
1140 LABEL"DMPDMA"
1150   PRINT RIGHT$("0000000"+BIN$(DMA(1)),8),
1160   FORI=2TO6STEP2:GOSUB"DMPDMA-SUB":NEXT
1170   PRINT
1180 RETURN
1190 '
1200 LABEL"DMPDMA-SUB"
1210   PRINTRIGHT$("000"+HEX$(DMA(I)+DMA(I+1)*256),4),
1220 RETURN
```

ば分かるように，最初の1バイト目はステータスバイトと呼ばれ，各ビットごとに意味を持つ。その後の2～7バイト目はそれぞれバイトカウンタ，ポートAアドレス，ポートBアドレスの上下バイトになっている。ただしこれらの値はDMAの構造上から多少大きめの値を示すようになっているので注意が必要である。図8-10を見ていただきたい。たしかに，ポートAのアドレスが&H4022となっている。

それでは160行のHEXCHR$の中のコマンドについて解説する。まず，サーチを実行するためには開始アドレスを決め，ポートA，Bのどちらかに割り当てなければいけない。A，Bどちらでもよいのだが，その場合はWR0でソース側（転送元）に指定しておく必要がある。リスト8-20ではポートA（160行）ポートB（200行）の両方を使った場合を示してある。ポートを取り替えたこと以外は同じことをさせている。さて，中程に$9C_H$というのがあるが，これがWR3である。その直後の00とFFがWR3のサブレジスタへの値である。図8-5を参照。マスクバイト（00）というのは「ビットが0なら比較しろ」という意味を持つ。マッチバイトはサーチすべき1バイトのデータである。マスクバイトというのが出てくると，とたんにこんがらがってしまうのだが，

（マッチバイト）OR（マスクバイト）=（ポートA）の指すデータ）OR（マスクバイト）

となれば一致成立ということであると覚えておけばよいだろう。$9C_H$はD_2が1であるからストップ・オン・マッチを指定している。さて，他のコマンドは$8B_H$以外は簡単に分かるだろう。$8B_H$はWR6のステータスバイト初期再設定コマンドである。理由は不明なのだ

が，サーチを行なう場合はロードコマンド(CF_H)の後にこのコマンドを送ってやる必要があるみたいである。手元にある資料にはサーチの実例がほとんどなく，また説明も不充分なのである。とにかく，$8B_H$を取り除くと動作がおかしくなる。

L）リスト 8-21

この中では，ポートAを使ってサーチしている。最初の170行の例はI/O空間(グラフィックRAM)中の4021_H番地にOUTしてあるFF_Hを，4000_Hからサーチしている。200行は同じように$F0_H$をサーチしている。このデータはないので，ブロックレングス($2F_H$)+1個のデータをサーチした後に止まる。転送と同じように，ブロックレングスで指定した値+1が対象になるのである。230行はFC_Hをサーチしている。これはちょうどサーチ範囲の最後にあるので，ステータスバイト(**図 8-11** の3行目)のD_5（=0でエンド・オブ・ブロック)，D_4（=0でデータが一致）の両方とも0になっている。260行はマスクを使ってサーチしている。

(FF_H) OR ($0F_H$) $=FF_H$

(4020の内容=FE_H) OR ($0F_H$) $=FF_H$

であるから，これは4020_HのFE_Hで一致している。290行は，マスクバイトがFF_Hであるから，いかなるデータとでも一致することになる。なぜなら，

(××) OR (FF_H)$=FF_H$

(△△) OR (FF_H)$=FF_H$

だからである。

320行はサーチはサーチなのだが，WR3へのコマンド中で「見つけたら停止」を指定していない(98_H)ので，指定したバイト数だけ最後まで処理している。ただしステータスバイトのD_4はちゃんと0（発見した）になっている。

次にとても面倒なのだが，読み出したレジスタの値は動作モード，条件などによってかなり複雑に変化する。正しくは参考文献4を見ていただきたいが普通に使う分には「バーストモードのサーチで，データが一致したなら，ソースポートのアドレスは発見アドレスの+2」と覚えておけばよいだろう。その他の場合は実に変幻自在で，このような状況を押し付けられると，どうも使う気が起きなくなってしまうものである。ただでさえ転送と違って，利用法の少ない動作なのだからなおさらなのである。さらには，もしWR3に「一致不成立時に停止」という動作が指定できたなら，「0以外のデータを見つける」ということもできたはずなのである。実になまぬるい。

図8-11 サーチ六態(リスト8-21)実行例

```
11101100        0023    4023    4028
00011000        0030    4030    4028
00001000        0030    4030    4028
00101000        0022    4022    4028
11101100        0002    4002    4028
00001000        0030    4030    4028
                        └──────────┘
                        これらの数値には意味がない
```

リスト 8-21　サーチ六態

```
100 INIT:CLS4
110 CLEAR &HDFFF
120 OUT&H4020,&HFE
130 OUT&H4021,&HFF
140 OUT&H402F,&HFC
150 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
160 'マスクなしで&B11111111=&HFFをサーチ
170 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7E 00 40 2F 00 1C 9C 00 FF C1 9A CF 8B 87")
180 GOSUB"DISPDMA"
190 'マスクなしで&B11110000をサーチ
200 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7E 00 40 2F 00 1C 9C 00 F0 C1 9A CF 8B 87")
210 GOSUB"DISPDMA"
220 'マスクなしで&B11111100をサーチ
230 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7E 00 40 2F 00 1C 9C 00 FC C1 9A CF 8B 87")
240 GOSUB"DISPDMA"
250 'マスクありで&B1111????をサーチ
260 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7E 00 40 2F 00 1C 9C 0F FF C1 9A CF 8B 87")
270 GOSUB"DISPDMA"
280 'マスクありで&B????????をサーチ
290 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7E 00 40 2F 00 1C 9C FF FF C1 9A CF 8B 87")
300 GOSUB"DISPDMA"
310 'マスクなしで&B11111111をサーチただし、停止しない
320 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7E 00 40 2F 00 1C 98 00 FF C1 9A CF 8B 87")
330 GOSUB"DISPDMA"
340 END
350 '
360 'このあとには、リスト8-20の1000行目以後を入力してください。
```

まあ，文句はこれくらいにして，次には結構使えそうなモードのサーチ＋転送のサンプルを示すのである。

M）リスト 8-22

サーチ＋転送の使い方は，WR0で「転送/サーチ」を指定することと，WR3によりマスクとマッチバイトを指定する以外は（ロードの後の$8B_H$もあるけれど）転送と基本的に同じである。もちろんWR3で「見つけたら停止」を指定しなければ，転送したデータの中に一致するデータがあったということだけが後から分かる。サンプルプログラムの中では「.」（ピリオド）までの文字列をテキストVRAMへ転送している。もちろんこのとき，ブロックレングスは充分大きな値にしておかなければ，「.」に達する前に動作が停止してしまう。このサンプルを作ってみて，またもや不満が出てしまった。すなわち，「一致する一つ前のデータまで転送」というモードが欲しいのである。

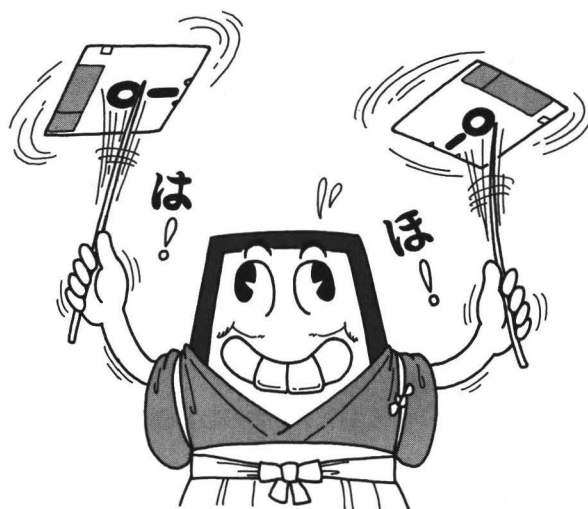
ま，文句ばかり言っても仕方ないか。

リスト 8-22　サーチ＋転送

```
100 INIT:CLS4
110 CLEAR &HDFFF
120 MESSAGE$="WATASI WA DMA DE TENSOU SARERU."
130 MEM$(&HE000,LEN(MESSAGE$))=MESSAGE$:'ソースを用意する
140 LOCATE0,0:PRINTSPACE$(80):'アトリビュートの設定
150 RESET$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3"):'リセット　データ
160 'マスクなしで、"."までを、サーチ+転送
170 DMA$=RESET$+HEXCHR$("7F 00 E0 00 01 14 18 9C 00 2E CD 00 30 9A CF 8B 87")
180 LOCATE0,3:GOSUB"DISPDMA"
190 END
200 '
210 'このあとには、リスト8-20の1000行目以後を入力してください。
```

以上でDMAの説明は終わる（ほんとは第9章のディスクのところでまたやるけど）。で，DMAの良い点の一つとして挙げることができるのが，BASIC上から機械語を使わずに，機械語と同じ速度，もしくはそれ以上の速度で処理ができるということである。さんざんけなしたけど，サーチだってBASICでやったのなら実にトロいことになってしまうのだ。**とりあえず**DMAにありがとうである。

第9章

フロッピーディスク

ディスクを回すのである

第9章

ディスクを回すのである・・・・・・・

この章はフロッピーディスクである。そこでまずは参考書について一言。

フロッピーディスク関係の本の中で，ストロングタイプのお勧め品は，参考文献10にも挙げてある『最新フロッピ・ディスク装置とその応用ノウハウ』である。この本は1984年の発刊で，残念ながらあんまり「最新」ではなくなってしまったのだが，プロテクト以外のことに関しては，ほとんどすべてが載っているので，是非とも手元に置いておきたい一冊である。

さて，同書によるとフロッピーディスクなるものがこの世に生を受けたのは，1972年のことである。IBMの大型コンピュータに採用されたのだが，確か私の記憶だと，IPL起動時のシステム読み込みに使われていたはずである。このときのものは，8インチの片面単密で，容量は約250Kバイトであった。当時としては，そのように簡単に取り外しができて，しかもランダムアクセス可能な大容量のデバイスは画期的なものだったらしい。

時は移り，それから4年後の1976年に米国シュガート社から5.25インチディスクが発表された(なんでキッチリ5インチにしなかったんだっ。無意味な不満とともに,以下ではしばしば5インチと呼ぶ)。これは当初は容量が80Kバイトしかなかったそうである。

8インチと5インチは，その後着々と世に広がり，また技術の向上に伴って記録密度も上がってくるのだが，三つ子の魂百までと言うように，8インチと5インチはちょっと違う道を歩むことになる。すなわち，巨人IBMの手によって生み出された8インチの方は「IBMフォーマット」という，**誰も逆らえない**スタンダードが根底に確立したのだが，片や5インチの方は，ほとんど野放しに近い状態となり，いろいろなフォーマットや方式が乱立することになった。

その中でも一番の被害者は5インチドライブを持つCP/Mユーザーである。8インチドライブの場合は「片面単密度IBMフォーマット」と一声念じれば，ディレクトリなどに相当するソフト的なフォーマットも含めてすべてが解決したのだが，5インチの場合は，単密度しか読めないやつとか，倍密度しか読めないやつとか，内部のディレクトリのエントリーの数（登録できるファイルの数）が違ったりとか，トラックの数が違ったりとかで，もーむちゃくちゃになってしまったのだ。その状況は今も変わらず，メディアの互換性はほとんど捨ておかれてしまっている。その状況は3.5インチでも同じである。ただ一つ明るい材料といえば，5インチではMS-DOSフォーマットが実質的な標準になりつつあるということだが，それとてもMS-DOSフォーマットへのコンバータが必ず入手できるわけではない。困ったもんだ。

なおこの章のサンプルプログラムは，特にことわっていない限り2Dモードで動くようになっているのでturboZのユーザーの方などは注意されたい。

フロッピーディスクドライブの種類

今まで「5インチ」,「8インチ」,「2D」,「2DD」,「2HD」と勝手に書いてきたが，ここらでちゃんと説明しておくことにする。

太古の昔には，さまざまな形式のものがあったそうだが，現在の主流はメディアのサイズが，

8，5.25，3.5，3インチ

記録方式が，

1S，2S，1D，2D，2DD，2HD

となっている。**表9-1，9-2**が大まかな分類と大体の容量，個人的な予測である。

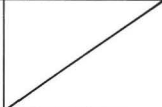
表9-1 メディアの種類

	5.25，3.5，3インチ		8インチ	
	片面	両面	片面	両面
単密度	1S (80KB)	2S (160KB)	1S (250KB)	2S (500KB)
倍密度	1D(160KB) 1DD(320KB)	2D(320KB) 2DD(640KB) 2HD(1MB)		2D (1MB)

表9-2 普及度の(個人的な)予測

サイズ	メジャー度
8	↓
5.25	↗
3.5	↗
3	✝

表を見て当然気付くだろうが，記録方式では8インチの方に1Dがない(噂によると，どこぞに1Dの8インチドライブがあるそうだが，多分2Dのドライブの片面だけを使っているのではないかと推測する)。また，2DDや2HDに相当するものもない。理由は簡単である。**「IBMが作らなかった」**からである。それに対して，5，3.5，3インチの方は1Dと2S，1DDと2Dのように，同じ容量なのに違う形式のものがあったりする。この理由も明白である。「IBMが作らなかった」からである。

まずはディスクの回り方などについて説明する。

ディスクの回転速度は8インチが毎分360回転，5インチでは2HDが8インチと同じく毎分360回転，それ以外は300回転である。3.5インチは300回転と600回転の2種類があるが，メディアに記録される信号は同じで互換性はある。3インチは毎分300回転で，

5インチと同じ。回る方向は，5インチで確認したところ，ラベル側から見て右回り（時計回り）であった。8インチはよく見えなかったので不明だが，多分同じであろう。

次にディスクの形状であるが，まずはライトプロテクトの方式について少し触れておく。8インチの場合は，ディスケットの一部を専用の器具を使って切り欠くことによって，ライトプロテクトの状態になる。切り欠いた所に銀紙を張ると元どおりに書き込めるようになる。5インチの場合は逆で，元々切り欠きがあり(最近のゲームソフトなどでは切り欠きのない特別のディスケットを使っているものもあるが)，その状態が書き込み可能である。そこへ銀紙を張るとライトプロテクトされる。だから同じ銀紙でも，8インチの場合と5インチの場合は機能が逆である。

3.5インチの場合は，プラスチック製のスイッチがあり，それをスライドさせることによりライトプロテクトになる。スイッチだから元に戻すのも簡単である。

3インチも3.5インチと同様にプラスチックのスイッチをスライドさせる方式である。ただしスイッチは二つある。この理由は後程述べる。

なお，ライトプロテクトであるが，X1の場合はハード的に書き込みができないようになるが，一部の機種では絶対に書き込めないとは限らず，コントロールプログラムの方でライトプロテクトになっているかどうかをチェックしてやって，なっていたら書き込み動作を中止してやる，という処理が必要なものもある。

次にインデックスホールであるが，8，5，3インチにはあるが，3.5インチにはない。代わりに，3.5インチのディスクには位置決めホールがあり，それがインデックスホールと同じ役目を果たす。

実は3インチにも位置決めホールに相当する部分があり，別にインデックスホールがなくてもよかったのではないかという気がするが，しっかりとある。

次に「裏表」についてである。3.5，3インチでは不明だが，8，5インチではラベルを張る面がサイド1，反対側がサイド0である。1S，1Dなどの片面しか使わないドライブではサイド0だけを使っている（ただし例外もある)。

このサイドに関しては，3インチが変わっていて，1D用のドライブに対しては，(2D用の）ディスクを裏返して使うことができる。これがライトプロテクト用のスイッチが二つもある理由である。ただしX1の3インチドライブは2D用だから，そのようなことは関係なく，ディスクを裏返してセットすることはできない。

次に記録形式についてである。

まずは1S，2Dなどの形式について説明を行なっておく。最初に付いている数字は，

「1」が片面

「2」が両面

を意味している。

次にはアルファベットが1もしくは2文字付くが，これは，

「S」＝単密度(Single density)

「D」＝倍密度(Double density)

「DD」＝倍トラック倍密度(Double track Double density)

「HD」＝高密度（High Density）
の意味である。

まず，片面と両面の差であるが，これはそのものずばりであるから理解しやすいはずである。片面ドライブと両面ドライブの差は，要するにリード/ライト用のヘッドが一つだけか，それとも向かい合って二つ付いているかである。ただし両面ドライブの二つのヘッドはぴったりと向かい合っているわけではなく，少し前後に（数トラック分）ずれている。

次に「S」，「D」などについてである。これはまず，「S」と「その他」に分けられる。「S＝単密度」は別名「FM 記録方式」であり，「S」以外はすべて「MFM 記録方式」である。FM は「Frequency Modulation」（周波数変調方式）の略で，これはラジオの FM と同じである。つまり FM とはラジオだけのことではないのである。これに対して，MFM は「Modified Frequency Modulation 」である。Modified は，「修正された」というような意味である。詳しいことは他の参考書に譲るが，FM 記録方式ではクロックパルスというパルスが一定時間（５インチ 2D，2DD などの場合 8μs＝0.000008 秒）ごとに書かれ，その間にデータ用のパルスがあれば「１」，なければ「０」である（データは１ビットだけ）。なぜこれが FM なのかといえば，全部「１」を書いた場合はパルスの間隔が 4μs になり，それに対して全部「０」を書いた場合はパルスの間隔は 8μs である。つまりパルスの来る周期が 4μs か 8μs かで１，０を区別しているのだ。だからやっぱり周波数変調＝FM である。

MFM はどうなのかというと，この方式は大胆にも，「前のデータが 0 で，なおかつ後ろのデータも 0 ならば，間にクロックパルスを入れる。それ以外の場合にはクロックパルスは書かない」ということになっている。このように修正してやると，「もっとも間隔の狭いパルスの間」は FM 方式のときの 2 倍になる。となれば，ディスクの磁性体とヘッドの性能の余裕は 2 倍になる（識別できる二つのパルスの間隔が「性能」である）。そこでほっと一息ついた磁性体とヘッドには気の毒だが，クロックパルスの間隔も入れた書き込み速度全体を 2 倍にしてやる。これで磁性体やヘッドの性能は基本的に同じままなのに（本当はそうは単純にいかないのだが），倍のデータを読み書きできることになる。これが倍密度＝MFM である。早い話が，クロックビットを適当に間引くということなのである。「それじゃ，ディスクの回転と同期を取れなくなるじゃないか」という疑問が出てくるであろう（私もそう思う）。しかしディスクに書かれているのはデータだけではなく，あちこちに同期を取るための特殊なパルスも書かれていて，ちゃんと読み書きができるのである。これは後の「物理フォーマット」の所で説明する。

次に「DD」，「HD」についての説明である。「DD＝倍トラック倍密度」であるが，当然のことながら，ディスクにはトラックというものがあることは知っているだろう。これはバームクーヘンの年輪みたいなものである。このトラックに沿ってデータが書かれるのだが，倍トラックというのはこのトラックの間隔を半分にして，数を倍にしたものである。結局，めでたく容量は 2 倍になる。

最後が「HD」だが，これは８インチと同じ形式を５インチに持ってきたものである。トラック数は 2D と 2DD の中間であるが，パルス間隔が 2μs と，半分になり，１トラック当

たりのデータが多くなっている。それにより全体の容量は2DDの約1.5倍となる。

以上，あれこれ書いたが，結論として言えるのは，8インチ以外のディスクは**混沌に満ちている**ということである。おそらくこれは，急速に技術が向上しているものすべてに言えることだろうが，この先どーなるのか考えてみただけでも恐ろしい限りである。最近では2インチとかも出てきたし。

トラック，セクタなどなど

まず用語について説明する。

① サイド(side)

表と裏の面のことである。サイド0，1がある。

② トラック(track)

1周分のデータを指す。

2Dは1サイド当たり40トラック，2DDは1サイド当たり80トラック，2HDは1サイド当たり77トラックである。なお，サイド0，1をまとめて数えて，「2Dは80トラック，2DDは160トラック」などと言う場合があるが，これは「誤解してください」と言っているのと同じである。できれば，「2Dは一つのサイド当たり40トラックで，サイドは二つある」と表現した方がよい (後述のシリンダを使う手もある)。なお，トラックの番号は外側から0番，1番……と数える。

ちなみに，サイド0と1では，実際の位置は各トラックで4本分(2DDでは8本)ずれている。サイド0の方が外側である。これはヘッドの位置がそもそも4本分（8本分）ずれているためである。このずれは，ディスクを使ううえではまったく意識する必要はない。

各ディスクにおけるトラック間距離は一定で，**表9-3**に示すとおりである。このことからも，FDDというものが高い精度を必要とするデリケートなものであることが分かるだろう。

表9-3　各メディアにおけるトラック間距離

サ　イ　ズ	トラック間隔(mm)
8インチ	0.529
5インチ(2D) (2DD，2HD)	0.529 0.2646
3.5インチ(2D) (2DD，2HD)	0.375 0.1875
3インチ	0.254

③ シリンダ(cylinder)

サイド0，1の同じ番号のトラックを併せて1シリンダと呼ぶ。2Dの場合は1枚のディスクに40シリンダあることになる。シリンダもトラックと同様に外側から0番，1番……と数える。

④ **セクタ(sector)**

1トラックを何個かに分解してセクタと呼ぶ。実際にデータを読み書きするのはこの部分である。5インチの2D，2DDでは普通1トラック（片面）当たり16セクタである。セクタはトラックと違い，1番，2番，……と番号が付けられている。なお，セクタの数は16個とは限らない。5インチの2Dのまともなフォーマットでは，1セクタの容量を256バイト，512バイト，1024バイトの中から選べる。それぞれの場合において，1トラック中のセクタの数は16，9，5となり，ディスク1枚当たりの容量は320Kバイト，360Kバイト，400Kバイトとなる。ただし裏技で，1トラックに17セクタを作ったりすることも可能である。

8インチ2Dと2HDの場合，セクタの容量と，1トラック（片面）当たりのセクタ数は，256バイト→26セクタ，512バイト→15セクタ，1024バイト→8セクタとなる。

当然ながら「容量は大きい方がよいのだから，1セクタは1024バイトにして，1枚当たりの容量を400Kバイトにすべきだ」と考えるかもしれないが，そうした場合，良いことばかりとは限らない。第一に読み書きは1セクタごとに行なわなければならないので，バッファは1Kバイト必要になる。さらには，1セクタを読み書きする時間も長くなる。結局ディスクの容量は2割増しになるという利点以外は，「1セクタ256バイトのフォーマットで，常に4セクタをまとめて読み書きしている」のと似たようなことになってしまうのである。さらには，他機種や，DOSとのデータ互換性なども問題になってくる。

本題に入る前に

本当はディスクエディタを載せるべきなのかもしれないが，敢えて載せないことにした。読み出して表示するだけであればBASICに付属の〝Device dump〞があるが，書き込みの際には別途にツールが必要になる。

では，始める

まずはX1 HuBASICのソフト的なフォーマットについて書く。

一般的に，フロッピーディスクのフォーマットというと2とおりある。「物理フォーマット」と「ソフトフォーマット」である。物理フォーマットというのは，ディスケット上に作られた区画のようなものである。前述したように，1セクタの容量などが物理フォーマットによって決められる。BASICに付属している〝FORMAT & COPY. Uty〞が物理フォーマットをディスケットに書き込むわけである。物理フォーマットは1トラックごとに設定しなければならない点が，普通のデータ書き込みと異なる。普通，5インチの2D，2DDでは，1トラック分のフォーマットを設定するには，6.25Kバイトのデータを必要とする。

ソフトフォーマットというのは，「ファイルの格納場所」や「IPL起動するファイルは，このような形式でディスケットに書かれていなければならない」などを定めるもので

ある。

X1のソフト的なフォーマットの要点は大体次の3点である。

① ディレクトリの構造

② FAT(File Allocation Table)の構造

③ IPL起動プログラムの指定

①のディレクトリというのは，要するに「このディスクにはこんな名前のファイルが入っている」ということなどを記録してある部分である。ファイル名以外にも，ファイルの大きさや，書き込まれた日付などもある。つまり名簿のようなものである。②のFATは，現在ディスクのどの部分がどのように使われていて，どの部分が空いているかを示す部分である。③のIPLのプログラム指定は，ディレクトリの一種だと思えばよい。ではまず，ディレクトリの説明から始める。

ディレクトリの構造は**表9-4**（turboのUSER'S MANUALより一部変更）である。一つのディレクトリは$32=20_H$バイトからなる。中身についての前に，レコード番号とクラスタ番号を説明しておく。レコード番号は5インチ2Dと3インチ2Dでは全部で16×2×40＝1280個あるセクタに番号を付けたもので，

レコード番号＝(セクタ番号－1)
　　　　　　　＋(トラック番号×32)
　　　　　　　＋(サイド番号×16)

である。つまり，

トラック0，サイド0
トラック0，サイド1
トラック1，サイド0
トラック1，サイド1
　　　　⋮
　　　　⋮

と順番を付けて各セクタに番号を振ったものである。

クラスタというのは，16セクタをひとまとめにしたもので，FILES命令のときに出てくる「○△ Clusters free」のClusterである。第0クラスタは第0～15レコード，次の第1クラスタは第16～31レコード……となる。はっきり言って5インチ2Dと3インチ2Dでは，トラック1本分（片面）である。

そこでディレクトリの中身の説明であるが，第0バイトはファイルのアトリビュート(属性)を示している。各ビットごとに意味が割り振られているのだが，00_HとFF_Hだけは特別で，00_HはKILLされたファイル，FF_Hはここから先はまだ使用されたことのないディレクトリの領域であることを示す。つまり第0バイトがFF_Hであるディレクトリ領域に出合ったら，後は見る必要がないということである。

各ビットの意味は表にあるとおりだが，turboで階層化ディレクトリが採用されたことにより，それまでX1で予備になっていた第7ビットが割り当てられた点に注意。また，第

表9-4　ディレクトリの内容

	内　　　　　容
0バイト目	種類を表す。　00はKILLされたファイルまたは未使用領域。FFは使用ディレクトリテーブルの終わり。 bit 0が1……Bin　ファイル(機械語で書かれたファイル) bit 1が1……Bas　ファイル(BASICテキストで書かれたファイル) bit 2が1……Asc　ファイル(ASCIIセーブされたファイル) bit 4が1……FILESで表示しない：0…表示する bit 5が1……リードアフターライトON：0…OFF bit 6が1……書き込み禁止ファイル：0…書き込みOK bit 7が1……下位ディレクトリ bit 3は予備
1バイト目～13バイト目	ファイル名(13文字)
14バイト目～16バイト目	ユーザー指定EXTENTIONエリア(3文字)
17バイト目	パスワードのパック(無指定なら20_Hの値)
18・19バイト目	ファイルのバイト数(BasおよびObjのみ有効)
20・21バイト目	ファイルのメインメモリ先頭アドレス(Objのみ有効)
22・23バイト目	ファイルのメインメモリ実行アドレス(Objのみ有効)
24バイト目～28バイト目	作成された年，月，曜日，時，分が書き込まれている。 例：'84年12月01日土曜日，16時36分 先頭から，　年年　月　曜　日日　時時　分分 　　　　　　84　C　6　01　16　36
29バイト目～31バイト目	ファイル先頭　クラスタ値 29バイト目　HIGHバイト(2Dでは0) 30バイト目　LOWバイト 31バイト目　MIDDLEバイト(2Dでは0)

4ビットはSET命令で〝S〃，第5ビットは〝R〃，第6ビットは〝P〃の指定に対応する。

次に第1バイトからの13バイトであるが，これはファイル名である。ファイル名が13文字に満たない場合は，残りにスペースを詰めることになっている。ファイル名の中にはコントロールキャラクタを入れることも可能であるが，そうするとFILESでの表示が狂ったり，単純には読み出せなくなったりする。昔，それをプロテクトに使ったソフトもあった。次に3バイトは拡張子と呼ばれるもので，「.」の後に付ける「Bas」とか「Uty」である。

第17バイトはパスワードである。パスワードとは，「SAVE　〝ファイル名；PASS〃」で指定できる。実際には文字列なのだが，計算によって1バイトに圧縮されてしまっている。だから，違うパスワードであっても，計算の結果同じ1バイトのデータになってしまうこともあり得る。パスワードを指定しなかった場合，この1バイトは20_Hになっている。

第18～23バイトまでは特に説明する必要はないだろう。

第24～28バイトは日付である。サブCPUから読み出したデータと同じ形式である。

第29バイトからの3バイトは，ファイル本体の先頭が書き込まれているクラスタ番号を指定している。3バイトの数値で，High(上)，Low(下)，Middle(中)と，変則的な順序になっていることに注意。次のFATの所で説明するが，ファイルの最小単位は1クラス

タである。つまり，1行しかないBASICのプログラムをセーブしても1クラスタ＝4Kバイトを使ってしまう。

次にFATであるが，これは各クラスタの状態（使われているかどうか/つながりの順序など）を示している所である。X1のフォーマットでは2Dでは第14レコード，2DDでは第14，15レコード，2HDでは第28，29レコードにある。

まず。各クラスタの状態は次の三つに分かれる。

a）使われていない

b）使われていて，自分は最後ではない（別のクラスタに続く）

c）使われていて，自分が最後のデータを持っている

第n番クラスタの状態は，FATの中の2バイトで表される。実際にどの2バイトかは，デバイスの容量によって少々複雑なのだが，128クラスタ以下（＝512Kバイト）の容量のデバイス（2Dなど）では単純で，「第nクラスタの状態は，FAT内の第nバイト目一つ」で分かるようになっている。そこで，ここではその場合に限定して説明する。

まずはその1バイトの値がa)，b)，c)のそれぞれにおいてどうなっているかというと，

a）→ 00_H

b）→ 01_H〜$F7_H$（次に続くデータを持つクラスタ番号）

c）→ 80_H〜$8F_H$（$7F_H$を引いた値が，そのクラスタ内で実際に使われているレコード数）

となっている。つまりチェーン状態を表しているのだ。2Dなどでは第0クラスタと第1クラスタ（レコード0〜32）はディレクトリと，FAT自身に使われているので，FATの先頭2バイトは常に，

01_H，$8F_H$，

となっている。すなわち「第0クラスタは1クラスタ全部が使われていて，第1クラスタに続く。第1クラスタは $8F_H - 7F_H = 16$ レコードが実際に使われていて，このクラスタでチェーンは終わり」である。

最後のIPL起動プログラムの指定である。これは第0レコードに書き込まれて「ディレクトリ」に似ているものであるが，次の3点で普通のディレクトリと違う。

① 先頭のアトリビュートは「Bin」の指定でなければならない

② ファイル名の拡張子は「Sys」でなければならない

③ 先頭クラスタ番号を指定する所には，代わりにレコード番号を書き込んでおく

では最初にディレクトリの書き換えを行なってみる。INIT命令ですべてのファイルを消去したディスクに内容の違うBASICテキストを二つセーブする。そうするとBASICテキストのサイズによって若干異なるだろうが，ディレクトリの中身は大体**図9-1**のようになるはずである。そこで二つのディレクトリの「先頭クラスタ番号」（$1E_H$番目）と「ファイルの大きさ」（12_H，13_H番目）を交換して書き込んでやる。これで「ファイル名が交換された」のと同じことになる。

もう少しまともな用途としては，うっかり指定した後，忘れてしまったパスワードを解

図 9-1　ディレクトリの例

```
#001000=02 54 45 53 54 31 20 20 20 20 20 20 20 20 42 61 ' TEST1        Ba
#001010=73 20 44 09 00 00 00 00 85 A5 05 05 01 00 02 00 's D
#001020=02 54 45 53 54 32 20 20 20 20 20 20 20 20 42 61 ' TEST2        Ba
#001030=73 20 64 02 00 00 00 00 85 A5 05 05 01 00 03 00 's d
```

これらを交換すると「ファイル名が交換された」ことになる

除したりもできる。そのほか日付の書き換えやファイル名の変更もできる。

次に FAT もいじってみる。ここまでくるとやはり KILL されたファイルの復活が面白そうである。

まず，充分な大きさの BASIC テキストを作って欲しい。わざわざ打ち込まなくても RENUMBER と MERGE を繰り返せば長くすることができる。すなわち，

```
OPTION  SCREEN  2：INIT  "MEM："
RENUM  1000：SAVE  "MEM：BT1", A
RENUM  2000：SAVE  "MEM：BT2", A
            ⋮
            ⋮
```

とした後で，各 ASCII ファイルを MERGE するなどしていけばよい。

充分に長い BASIC テキストを，INIT 命令ですべてのファイルを消去したディスクにセーブすると，ディレクトリと FAT は大体**図 9-2** のようになる。そこでそのファイルを KILL すると，おのおのは**図 9-3** のようになる。違っているのはディレクトリの第 0 バイトが 00_H で「消去されたファイル」を示していることと，対応する FAT がすべて 00_H に書き

図 9-2　ディレクトリと FAT の例

```
#001000=02 52 45 56 49 56 41 4C 20 20 20 20 20 20 42 61 ' REVIVAL      Ba
#001010=73 20 49 2D 00 00 00 00 85 A5 05 07 21 00 02 00 's I-          !

#000E00=01 8F 03 04 8D 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 '
#000E10=00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 '
#000E20=00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 '
```

図 9-3　ファイルを KILL した直後のディレクトリと FAT の例

```
#001000=00 52 45 56 49 56 41 4C 20 20 20 20 20 20 42 61 ' REVIVAL      Ba
#001010=73 20 49 2D 00 00 00 00 85 A5 05 07 21 00 02 00 's I-          !

#000E00=01 8F 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 '
#000E10=00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 '
#000E20=00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 '
```

この部分が変わっている

換えられていることである。復活の第一歩に，まずディレクトリに残っているファイルサイズから，何クラスタ（何レコード）だったのかを計算する。例では1クラスタ＝4KB＝4096バイトより，2クラスタと14レコードだったということが分かる。よって，第2クラスタは第3クラスタへ，第3クラスタは第4クラスタへ，第4クラスタはそこで終わりで，14レコード分のデータを持っているから $7F_H - 14 = 8D_H$ となる。そのように書き換えていくと，結局図9-2のとおりになるはずである。それをディレクトリとFATの所に書き込んでやるとファイルは復活する。

しかし実際のファイルの復活はこのように**チョロイものではない**。何度もSAVE, KILLを繰り返したディスクだと，実際のクラスタのつながりが，2→9→10→12などのように飛び飛びになっている可能性があるのだ。「そのときはFATの 00_H のクラスタを順に拾っていけばいいではないか」と思うかもしれないが，それは完全ではない。なぜなら，そのFATの 00_H が復活したいファイルに対応しているとは限らないからである。3日前にKILLしたファイルに対応した 00_H かもしれないのである。だから現実にファイルを復活するためには，「あーでもない，こーでもない」のパズルを繰り返さなければならない可能性が高いのである。なお，FATをいじりそこねると「Bad Record」というエラーが出る。場合によっては**暴走**することもあり得る。心するよーに。

ここでturboの階層化ディレクトリについて説明しておく。はっきり言って構造は簡単そのものである。つまり，MKDIRはもともとのディレクトリと同じサイズ＝1クラスタのファイルを作るだけなのである。CHDIRが実行されたなら，「そのディレクトリファイルを，ディレクトリのつもりで使う」だけなのである。すなわち，本質的には第1クラスタ(レコード番号16～32)に固定されていたディレクトリ領域を，任意のクラスタに変更できるようにしただけなのだ（本当はもっと複雑だが「本質」はそれだけのこと)。いろいろ試してみて，ダンプさせれば一目で分かるであろう。

次にIPL起動の指定を実際にやってみることとする。

BASIC（CZ-8FB01）を起動し，例によってINIT命令でファイルを全部消去したディスクを作る。そして，

```
POKE  &H012B, &H00, &H10
POKE  &H1053, &H00, &H10
```

を実行する。次に，

```
SAVEM  "ディスク番号：MONITOR.Sys", &H0000, &H149F, &H0000
```

でモニタとIOCS部分をディスクにセーブする。モニタを書き換えて縁起が悪いので，BASICを再起動する。次に何らかのツールを使って，ディレクトリの最初の1レコードを第0レコードへコピーする。後は第0レコードの30バイト目を，クラスタ番号(02_H)からレコード番号（20_H）に書き換えればOK。なお，IPL起動のプログラムは連続したレコードに書かれている必要がある。

ここから先ではFDCなるLSIに詰め寄り，**抜く手も見せずに**フロッピーディスクの深遠へと向かうつもりである。

とりあえずFDCについて

FDC (Floppy Disk Controller) とは，そのものずばりに，フロッピーディスクをコントロールするためのLSIである。FDCの種類は，「単密度専用」と「倍密度/単密度両用」の二つに分かれるが，「単密度専用」はすでに過去の遺物なので，「倍密度/単密度両用」についてのみ書くことにする。

倍密度/単密度両用FDCは，

1) FD1791ファミリ

2) μPD765ファミリ

3) その他

に分かれる。

FD1791はウエスタン・デジタル社が開発したFDCで，X1/X1 turboに使われているMB8877(富士通製)はFD1791ファミリに属する。それに対してμPD765は日本電気の開発したFDCである。当然のことながら，二つのファミリには互換性などというものは存在しない (それぞれが書き込んだディスケットはもちろんやりとりはできるが)。

ちなみに，FMシリーズのFDCはX1と同じMB8877，MZシリーズはMB8876を使っている。8877と8876の違いは，バスラインが正論理か，負論理かの違いだけである。具体的には，データの1/0が反転するのである。すなわち，X1でディスクに&HFF=&B11111111というデータを書き込み，そのディスクをMZのドライブに差し込むと&H00=&H00000000が読み出せるというわけである。またディスクの表裏 (SIDE) も逆である。試してみると分かるが，X1の第0レコード (シリンダ0，サイド0，セクタ1) はMZにとっては第16レコード (シリンダ0，サイド1，セクタ1) である。逆にMZの第0レコードはX1にとっては第16レコードである。

本題に入る。**表9-5**がMB8877/8876のコマンド，**表9-6〜9-8**が各フラグの意味，**表9**

表9-5　MB8876/8877のコマンド

タイプ		コマンド名称	動　　作	76543210	X1での標準的な値
I	0	リストア	トラック0へ，ヘッドを移動する	0000hV r_1 r_0	02_H=00000010
	1	シーク	所定のトラックへ，ヘッドを移動する	0001hV r_1 r_0	$1E_H$=00011110
	2	ステップ	ヘッドを1トラック移動する	001uhV r_1 r_0	$3A_H$=00111010
	3	ステップ・イン	ヘッドを1トラック内側へ移動する	010uhV r_1 r_0	$5A_H$=01011010
	4	ステップ・アウト	ヘッドを1トラック外側へ移動する	011uhV r_1 r_0	$7A_H$=01111010
II	5	リードデータ	ディスクのデータ(データフィールド)を読む	100mSEC0	80_H=10000000
	6	ライトデータ	ディスク(データフィールド)へデータを書き込む	101mSEC a_0	$A0_H$=10100000
III	7	リードアドレス	ディスクのIDフィールドを読む	11000E00	$C0_H$=11000000
	8	リードトラック	ディスクの1トラック分の全データを読む	11100E00	$E0_H$=11100000
	9	ライトトラック	ディスクへ1トラック分の全データを書き込む	11110E00	$F0_H$=11110000
IV	10	フォースインタラプト	割り込みを発生させる	1101 I_3 I_2 I_1 I_0	$D0_H$=11010000

-9，9-10 がステータスレジスタの意味である。どーだ，これだけではちんぷんかんぷんだろう。そこで順に解説してゆくわけであるが，その前に**表 9-11** がある。これが X1/X1 turbo での FDC 関係の I/O アドレスである。アミかけ部分は X1 turbo 用である。これは後でまたねっとりとやる。

表 9-6　TYPE Ⅰ コマンド フラグ機能表

<table>
<tr><th>フラグ</th><th>機　　能</th></tr>
<tr><td>u</td><td>トラックレジスタ更新フラグ(u)は，ヘッド移動に際し，トラックレジスタを更新することを指示する。
u＝1：トラックレジスタを更新する。
u＝0：トラックレジスタを更新しない。</td></tr>
<tr><td>h</td><td>ヘッドロードフラグ(h)は，コマンド実行開始時にヘッドをロードするか，ヘッドをメディアから離すかを指示する(X1では無意味)。
h＝1：コマンド実行開始時にヘッドロードする。
h＝0：コマンド実行開始時にヘッドを離す。</td></tr>
<tr><td>V</td><td>トラック照合フラグ(V)は，ヘッド移動後，ディスクのトラック番号とトラックレジスタの照合を行なうかを指示する。
V＝1：トラックの照合を行なう。
V＝0：トラックの照合は行なわない。</td></tr>
<tr><td>r_1，r_0</td><td>ステップレートフラグ(r_1，r_0)は，ステップパルス出力の間隔を指定する。
<table>
<tr><th></th><th colspan="2">ク　ロ　ッ　ク</th></tr>
<tr><th>r_1　r_0</th><th>1MHz
(X1 ノーマル)</th><th>2MHz
(turbo の 2HD)</th></tr>
<tr><td>0　0</td><td>6ms</td><td>3ms</td></tr>
<tr><td>0　1</td><td>12ms</td><td>6ms</td></tr>
<tr><td>1　0</td><td>20ms</td><td>10ms</td></tr>
<tr><td>1　1</td><td>30ms</td><td>15ms</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

表 9-7　TYPE Ⅱ, Ⅲ コマンド フラグ機能表

フラグ	機　　能
m	マルチレコードフラグ(m)は連続セクタでリード/ライトするかを決める。 m＝1：連続セクタ(セクタ番号が増加する方向)でリード/ライトを行なう。 m＝0：単一セクタでリード/ライトを行なう。
S	サイドフラグ(S)はサイド番号指定に使う。 S＝1：サイド番号の LSB が 1 のとき一致したものとみなす。 S＝0：サイド番号の LSB が 0 のとき一致したものとみなす。 (このフラグは，C フラグが 1 のときのみ有効)
E	ディレイフラグ(E)は HLT 信号のサンプリングのタイミングを指定する(X1では無意味)。 E＝1：HLD(ヘッドロード)信号を〝H〟とした後 15ms 待ち，HLT 信号をサンプリングする。 E＝0：HLD 信号を〝H〟とした後，直ちに HLT 信号をサンプリングする。
C	サイド番号比較フラグ(C)はサイド番号と比較(チェック)するかどうかを指示する。 C＝1：サイド番号の比較を行なう。 C＝0：サイド番号の比較を行なわない。
a_0	アドレスマークフラグ(a_0)はデータアドレスマークに何を書くか指定する。 a_0＝0：データアドレスマークに$(FB)_H$ (Data Mark)を書く。 a_0＝1：データアドレスマークに$(F8)_H$ (Deleted Data Mark)を書く。

表 9-8　TYPE Ⅳ コマンド フラグ機能表

フラグ	機　　　能
I_0	I_0 = 1 で READY 入力の立ち上がりで IRQ 発生(IRQ =〝H″)。
I_1	I_1 = 1 で READY 入力の立ち下がりで IRQ 発生。
I_2	I_2 = 1 でインデックスパルス検出時に IRQ 発生。
I_3	I_3 = 1 で無条件で直ちに IRQ 発生

注意：X1/X1 turbo に使われている MB8877 の IRQ 信号は OPEN(どこにもつながっていない)だから，IRQ は何の機能も果たさない。

表 9-9　ステータスレジスタの各ビットの意味

コマンド ＼ ステータスレジスタ		bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
TYPE I	すべてのコマンド	NOT READY	WRITE PROTECT	HEAD ENGAGED	SEEK ERROR	CRC ERROR	TRACK00	INDEX	BUSY
TYPE II	リードデータ	NOT READY	0	RECODE TYPE	RECORD NOT FOUND	CRC ERROR	LOST DATA	DATA REQUEST	BUSY
	ライトデータ	NOT READY	WRITE PROTECT	WRITE FAULT	RECORD NOT FOUND	CRC ERROR	LOST DATA	DATA REQUEST	BUSY
TYPE III	リードアドレス	NOT READY	0	0	RECORD NOT FOUND	CRC ERROR	LOST DATA	DATA REQUEST	BUSY
	リードトラック	NOT READY	0	0	0	0	LOST DATA	DATA REQUEST	BUSY
	ライトトラック	NOT READY	WRITE PROTECT	WRITE FAULT	0	0	LOST DATA	DATA REQUEST	BUSY
TYPE Ⅳ	(他のコマンド実行中の場合)	(今まで実行していたコマンドのステータスビットと同様の意味)							0
	(実行中のコマンドのない場合)	NOT READY	WRITE PROTECT	HEAD ENGAGED	0	0	TRACK00	INDEX	0

表 9-10　ステータスの意味

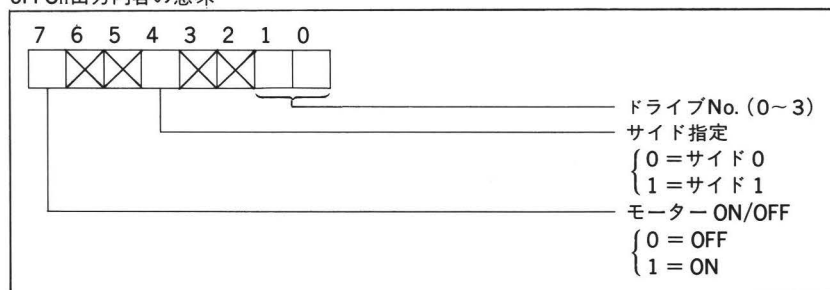
コマンド	ステータス	意　　　味
TYPE I	NOT READY (bit 7)	NOT READY = 1 でディスクドライブが動作可能状態でないことを示す。
	WRITE PROTECT (bit 6)	WRITE PROTECT = 1 でディスクへの書き込みが禁止されていることを示す。
	HEAD ENGAGED (bit 5)	HEAD ENGAGED = 1 でヘッドがメディアに押しつけられていることを示す。
	SEEK ERROR (bit 4)	SEEK ERROR = 1 でベリファイ動作が成功しなかったことを示す。これは，ID フィールドが検出されなかったか，ID フィールドのトラック番号とトラックレジスタの内容が一致しないことによる。
	CRC-ERROR (bit 3)	CRC-ERROR = 1 で，ID フィールド読み出し時に読み出しエラーがあったことを示す。
	TRACK00 (bit 2)	TRACK00 = 1 でディスクのヘッドがトラック 0 の上にあることを示す。
	INDEX (bit 1)	INDEX = 1 でインデックスホールを検出したことを示す。

	BUSY (bit 0)	BUSY = 1 で FDC がコマンド動作中であることを示す。
TYPE II/III	NOT READY (bit 7)	NOT READY = 1 でディスクドライブが動作可能状態でないことを示す。
	WRITE PROTECT (bit 6)	WRITE PROTECT = 1 でディスクへの書き込みが禁止されていることを示す。
	RECORD TYPE /WRITE FAULT (bit 5)	リード動作のとき，RECORD TYPE の表示として，デリーテッドデータマークのときセットされ，データマーク時リセットされる。ライト動作のとき，WRITE FAULT の表示として，書き込み動作が打ち切られたことを示す。
	RECORD NOT FOUND (bit 4)	RECORD NOT FOUND = 1 で指定されたトラック番号，サイド番号，セクタ番号を持ち，正しく読み出された ID フィールドがなかったことを示す。
	CRC ERROR (bit 3)	CRC ERROR = 1 でディスクから ID フィールドもしくはデータフィールドの読み出しにおいて，読み出しエラーがあったことを示す。
	LOST DATA (bit 2)	LOST DATA = 1 で所要時間内に DR の読み出し，もしくは書き込みが行なわれなかったデータがあったことを示す。
	DATA REQUEST (bit 1)	DATA REQUEST = 1 で，FDC がプロセッサに対して DR の読み出しもしくは書き込みを要求していることを示す。
	BUSY (bit 0)	BUSY = 1 で FDC がコマンド実行中であることを示す。

表 9-11　FDC 関係の I/O アドレス

$0FF8_H$	ステータスレジスタ(STR)/コマンドレジスタ(CR)	IN/OUT
$0FF9_H$	トラックレジスタ(TR)	IN/OUT
$0FFA_H$	セクタレジスタ(SCR)	IN/OUT
$0FFB_H$	データレジスタ(DR)	IN/OUT
$0FFC_H$	FM 方式指定/ドライブNo.，サイド，モーター ON	IN/OUT
$0FFD_H$	MFM方式指定	IN
$0FFE_H$	1.6M タイプ(2HD)指定	IN
$0FFF_H$	500K(2D)/1M(2DD)切り換え	IN

▒の部分は turbo 用

$0FFC_H$出力内容の意味

TYPE Ⅰの実習

FDC, MB8877 を実際に使ってみるのである。まず，TYPE Ⅰのコマンドは機械語でなく，BASIC からでも使えるのでちょうどよい肩慣らしである。ただし，FDC を誤って動かすとディスクの内容がパーになったりすることがしばしばあるので，書き換わってもよいディスク以外はセットしておかないように。

FDC を使う前にしなければならないのが，ドライブのセレクトとモーター ON である。これには $0FFC_H$番地を使うのである。まずドライブ 1（"1：″）に壊れてもよいフォ

ーマット済みのディスクを入れて，BASICから直接，

OUT　&HFFC，&H81

と打ち込んでいただきたい。ドライブ1のLEDがつき，ディスクが回り出したはずである。不幸にしてドライブ0しか持ってない人は，&H81の代わりに&H80である。ドライブ0が回り出すであろう。**冷たいようだが**以下同様。

いつまで回していても仕方がないので，止めることにする。

OUT　&HFFC，&H01（もしくは&H00）

と打ち込むと，約1秒後にディスクが止まる。なぜ1秒後かというと，これはディスクが回り出してから，読み書きできるようになるまでに時間がかかるからなのだ（わっかるかなー）。つまり，普通のディスクアクセス法として，一番自然な方法は，

①　ディスクを回し始める

②　ディスクが規定の速度（毎分300回転）になるまで待つ

③　読んだり，書いたりする

④　ディスクを止める

となっている。

問題は，①〜④をやった後で，すぐにまた①〜④に飛んでくるケースが多いことにある。④で一旦ディスクが止まってしまっているから，（すぐさま）次にやってきたときに，またディスクがアクセス可能な状態になるまで待たなければならない。これでは時間の無駄が大きいので，④で「モーターOFF」の命令を受けても，すぐにはディスクを止めず，1秒間の遅延時間を置くのである。これによって，続けざまのディスクアクセスに時間の無駄が出ず，なおかつソフトウェアで面倒なことをしないで済むのである。めでたし，めでたし。

では，もう少し進んでみる。**リスト9-1**である。

リスト9-1　TYPE I 実習プログラム

```
100 OUT &HFFC,&H81       :'MOTOR ON "1:"
110     GOSUB"WNBSY"
120 OUT &HFF8,&H2        :'RESTORE （第0トラックへシーク）
130     GOSUB"WNBSY"
140 OUT &HFFB,20         :'データレジスタ←目的トラック番号
150 OUT &HFF9,0          :'トラックレジスタ←現在のトラック番号
160 OUT &HFF8,&H1E       :'SEEK
170     GOSUB"WNBSY"
180 OUT &HFF8,&H5A       :'STEP IN
190     GOSUB"WNBSY"
200 OUT &HFFC,&H1
210 END
220 LABEL"WNBSY"
230 PRINT"]";SPACE$(3);
240 STAT=INP(&HFF8)      :'GET STATUS BYTE
250 PRINT RIGHT$("0"+HEX$(STAT),2);SPACE$(2);
260 IF STAT AND &H81 THEN 240
270 PRINT":":RETURN
```

まずはFFC_H← 81_Hで，ドライブ1のモーターをONする。GOSUB〝WNBSY〞で，ディスクが正しく定常状態になるまで待つ。次に$FF8_H$番地（コマンドレジスタ）へ02_H（表9-5のリストアコマンド）をOUTする。これで，ドライブ1のヘッドは第0トラック（一

番外側）へ移動してくれる。もちろん，ヘッドという重さのある「ブツ」が動くわけで多少の時間がかかるから，130行のGOSUB〝WNBSY″で動作の完了を待ってやる。

140〜170行は「シーク」である。このコマンドの使い方は，まず下準備として，FFB_H番地（データレジスタ）に目的トラック番号をOUTし，$FF9_H$番地（トラックレジスタ）へ現在のトラック位置をOUTする。次にコマンドレジスタへシークコマンド（$1E_H$）を送るのである。以上のことをすると，ドライブは「クククク ッ」という音を立てて，目指すトラックへ動いてくれる。

その次はステップインで，これは要するに1トラックだけ内側にシークする。

さて，220行からのサブルーチンであるが，これは$FF8_H$（ステータスレジスタ）を見張りつつ，MSBとLSB（第7ビットと第0ビット）がともに0になるのを待つものである。第7ビットは「NOT　READY」，すなわち「まだ準備できてないよ」という意味。第0ビットは「BUSY」，すなわち「いま忙しいのっ！」もしくは「まだほかのことしてる最中でんがな。そないにせかさんといてや」という意味である。注意しておくが，I/Oの$FF8_H$番地は，

OUT　したときはコマンドレジスタ
IN　　したときはステータスレジスタ

となっている。1番地2役なのだ。

このプログラムでは，ステータスの内容をチェックする意味で，いちいちプリントさせている。実行結果は，**図9-4**のようになるはずである。ちょっと見てみる。

図9-4 「リスト9-1」の実行例

```
]  A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0
A0 A0 A0 A0 A2 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0 A0
A0 A0 20 :
]  01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01
01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 05 04 :
]  21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21
21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 20 :
]  21 20 :
```

まず〝]″は，「WNBSYが始まったよ」という意味である。最初のやつは，モーターONから定常状態になるまで待っているわけだから，案の定$A0_H=10100000_B$で第7ビットが1である。いっしょに第5ビットも立っているが，これは「ヘッドがディスクに押し付けられている」ということを示している——はずだが，**どっこい**，実はX1ではこの信号は何の意味も持たないのであった。

ちょっと深入りするが，FDC↔FDDの間にはHLDとHLTという信号がある。HLDはFDCからFDDへの「ヘッドをディスクに押し付けなさい」という信号である。HLTはFDDからFDCへの信号で「私ことFDDはディスクにヘッドを押し付けました。謹んでご報告いたします」というものである。しかしX1では，HLDはオープン，HLTは5Vへプルアップされているのだ。すなわち，HLD信号は何にも使われておらず，HLTは常に

Highのままである。これはどういうことかというと，5.25インチ以下のサイズのフロッピーディスクドライブでは一般的に「ヘッドは常にディスクに押し付けられているから」なのだ。X1のディスクでもそうなっている。よって第5ビットは無視すべきである。

さて，図9-4の2行目の中程に「A2」というのが1か所出てくる。これは第1ビットが立っているのである。表9-9から「INDEX」と分かる。すなわち，FDCはこの瞬間にインデックスホールを検出したのだ。後はずーっとA0_Hで，最後に第7ビットが0になり「NOT READYではない」すなわち「用意できたよーん」となって〝WNBSY〞からリターンするのである。**言い遅れたが**，このようなステータスになるのは，直前（最後）にFDCに送られたコマンドがTYPE Iのコマンドだったからである。しかし，TYPEが何であっても「NOT READY」と「BUSY」は同じことだから，悩む必要はない。

次に〝WNBSY〞に来るのは，RESTORE（リストア：トラック0へのシーク）のときである。ステータスは$01_H=00000001_B$と，BUSYが並んでいる。最後の方は，05_H，04_Hとなっている。05_Hは表9-9から分かるように「TRACK 00です　&　BUSY」である。ちょっと待て！　てめー，すでにTRACK 0に来てるんなら，RESTORE動作は終わってんじゃねーか。それなのにBUSYとは何事だ，と一瞬逆上するが，次の04_HでFDCはBUSYを取り下げている。むーん。それにしても第5ビットが0だ――一体どーなっているのだ。**ま，無視しておこう。**

次がシークコマンド後の〝WNBSY〞である。おっと，$21_H=00100001_B$だ。いやいや無視無視。えーと，こっちは平凡にBUSYが0になって終わりである。

最後がステップ・インである。これはシークと同じであるが，移動距離が短いので，あっという間に終わっている。

以上で図9-4の実感放送を終わる。

ではまず，シークコマンドについて少々補足しておく。シークコマンドでは，

　データレジスタ←目的トラック番号

　トラックレジスタ←現在のトラック番号

とセットするわけだが，どーしてこんな面倒なことをするのかというと，FDCが何台ものFDDを管理しているからなのだ。つまり，何台ものFDDを操作しているのだから，「現在のトラック番号」はX1の場合最大で四つある。本来なら，トラックレジスタは移動後の「トラック番号」を保持しているので，1台のドライブだけを動かしている場合は，目的トラック番号をデータレジスタにセットするだけでOKなのである。しかし現実はほとんどのシステムでFDDは2台以上あるから，DOS（もしくはディスクBASIC）は4バイトのワークエリアを持っていて，いちいちトラック番号を保持，書き込みしてやらなければならない。

トラックレジスタがトラック番号を持っていることを確認するためには，

```
175 PRINT INP(&HFF9)
195 PRINT INP(&HFF9)
```

を入れてやればよい。「20」，「21」と表示されるはずである。

次に大事な「フラグ」について説明する。リストアには，h，V，r_1，r_0の四つのフラグ

があり，各動作を指定している。まずは表 9-6 を見ると，

h＝ヘッドロードフラグ

とある。これはさっき言ったように無意味である。次に，

V＝トラック照合フラグ

である。これは実際にディスクを読んで，チェックするかどうかのフラグである。ディスクには「私は第△トラックの第×サイドの第○セクタです」という「ID」が書かれているのだ。これを読んで，ヘッドが本当に目的のトラックに達したかどうかのチェックを指定するフラグである。リスト 9-1 では 02_Hだから V＝0 で，チェックは行なっていない。これについては，後で実験する。

次に r_1，r_0であるが，これは二つで一組で，00_B～11_Bまでの四つの場合があり，これはステップレートを指定するものである。ステップレートは表 9-6 に示してある「時間」である。なぜこんなものがあるかというと，これは「FDD のヘッドを動かす速さ」に機種ごとに差があるからなのだ（一般に高価な FDD ほど速い）。FDC は FDD に「ヘッドを動かしなさい」という信号を送るのだが，その信号は「方向（内側へか外側へか）」と「動け」だけなのだ。FDD は一般に **タコだから，** FDC の方でタイミングを取ってやらないといけない。そのタイミングを指定するのが r_1，r_0のステップレートなのである。たとえばリスト 9-1 のように r_1＝1，r_0＝0 を指定すると，FDC は FDD に対して 20 ms（0.02 秒）ごとに「動け」と指令を出すことになる。さて，実は X1 ではステップレートは別に 20 ms でなくてもよいのである。

　3 インチ＝3ms
　turbo の内蔵＝6ms
　CZ-502F，503F＝6ms
　古いタイプ（レバーのないやつ）＝20 ms

などとなっている。

そこで**リスト 9-2** が「ガリガリ」プログラムである。これは指定したステップレートで，ひたすらトラック 0 ↔ 39 間を動くというものである。しつこくやったり，性能以上の速度で動かそうとすると故障の原因になるから，ほどほどにやること。性能を超えた場合は「32」とか「30」（第 4 ビット＝シークエラーが 1）などが表示されるはずである。

後に残っているのは，STEP などの，

u＝トラックレジスタ更新フラグ

である。これは「ヘッドの移動にともなって，トラックレジスタの値を増減させるか，させないか」のフラグである。リスト 9-1 で 180 行の&H5A を&H4A にして，

```
195  PRINT  INP(&HFF9)
```

を追加すると「20」と表示されるはずである。実際には，ヘッドは第 21 トラック上にあるのだが，トラックレジスタはそうなっていないのである。

なぜこんなフラグがあるかというと，フロッピーディスクの始祖，IBM フォーマットには「欠陥トラック」というものがあるためなのだ。たとえば，ディスクをフォーマットしているときにどうしても正常に読み書きできないトラックを発見したとする。現在のパソ

リスト 9-2　ガリガリプログラム

```
100 INPUT "STEP RATE";S:IF (S<0) OR (S>3) THEN 100
110 OUT &HFFC,&H81       :'MOTOR ON "1:"
120     GOSUB"WNBSY"
130 OUT &HFF8,&H0+S      :'RESTORE （第０トラックへシーク）
140     GOSUB"WNBSY"
150 OUT &HFFB,39         :'データレジスタ←目的トラック番号
160 OUT &HFF9,0          :'トラックレジスタ←現在のトラック番号
170 OUT &HFF8,&H1C+S     :'SEEK
180     GOSUB"WNBSY"
190 IF INKEY$(0)="" THEN 130
200 OUT &HFFC,&H1
210 END
220 LABEL"WNBSY"
230 PRINT"]";SPACE$(3)
240 STAT=INP(&HFF8)      :'GET STATUS BYTE
250 PRINT RIGHT$("0"+HEX$(STAT),2);SPACE$(2);
260 IF STAT AND &H81 THEN 240
270 PRINT":":RETURN
```

コンではそんな場合には「エラーだよ，このディスクは使えません。ぴぴっ」とメッセージを出して，別のディスクを使うように要求するのだが，IBMフォーマットでは，「交替用トラック」が2トラック分（本当はシリンダと表現すべきだが）用意されていて，多少の欠陥のあるディスケットでも使えてしまうのである。ご丁寧にも，その欠陥のあるトラックを指定する方法も決まっている。この場合に，欠陥のあるトラックを飛ばしてフォーマットすると，実際のヘッドの位置と，ディスクに書かれている「ID」に違いが出てしまうことになる。そうなると，Vフラグでチェックしたときにシークエラーが出てしまうなどして都合が悪いので，uフラグを使って「つじつまを合わせる」のである。大昔は磁性体の品質が低かったり，ディスク（メディア）も高かったりしたから，そんなことをしたのだろうが，今はほとんど意味がないと言えるフラグである。しかし，IBMフォーマットがいかに**「金科玉条」**であるかのよい証拠でもある。

というところで，少々遊んでみることにする。まずはフォーマットされていない，まっさらのディスクを用意していただきたい。それをドライブ1に入れてもらう。その状態で，リスト9-1を実行すると，3番目のシークコマンドのステータスで，最後に30_Hが出るはずである。すなわちシークエラーである。これは別にフォーマットされているディスクでも，ステップ・インで，u=0，V=1（つまりコマンドは&H4E）とすると同じことが起こる。トラックレジスタの値は「20」なのに，Vフラグに従ってチェックしてみると，第「21」トラックだった，というわけである。

TYPE Iコマンドで言い残したのは，STEPコマンドだけである。このコマンドを実行すると，ヘッドは内/外どっちに動くのかということであるが，「直前に動いた方」に動くということである。すなわち，FDCは「最後に動いた方向」を保持しているというわけである。

TYPE Ⅱの実習

TYPE Ⅰでは機械語を使う必要がなかったが，TYPE Ⅱではさすがにそうはいかない。そこで，**リスト 9-3，9-4，9-5**である。例によってリスト 9-3 は機械語プログラムのアセンブルリスト，リスト 9-4 はダンプリスト，リスト 9-5 はそれを BASIC から使うためのプログラムである。

BASIC は CZ-8FB01 の Ver 1.0

でなければならない。なぜかというと，場合によっては $E000_H$ ～$F800_H$ ぐらいまでをワークエリアに使ってしまうので，turbo BASIC では動かない（暴走するかもしれない）からである。

リスト 9-3　ディスクアクセスプログラム

```
                              .Z80
                              .PHASE   0DF00H
                      ;
0FF8                  CR      EQU      0FF8H    ;COMMAND REG.
0FF8                  STR     EQU      0FF8H    ;STAT. REG.
0FF9                  TR      EQU      0FF9H    ;TRACK REG.
0FFA                  SCR     EQU      0FFAH    ;SECTOR REG.
0FFB                  DR      EQU      0FFBH    ;DATA REG.
0FFC                  MSDR    EQU      0FFCH    ;MOTOR,SIDE,DRIVE# SELECT
                      ;
DF00    D5            START:  PUSH     DE       ;SAVE DE FOR RETURN STATUS
DF01    1A                    LD       A,(DE)   ;GET COMMAND No.
DF02    13                    INC      DE
DF03    D5                    PUSH     DE
DF04    21 DF1A               LD       HL,JTA   ;HL=JUMP TABLE AREA
DF07    16 00                 LD       D,0
DF09    87                    ADD      A,A
DF0A    5F                    LD       E,A      ;DE=A*2
DF0B    19                    ADD      HL,DE
DF0C    5E                    LD       E,(HL)
DF0D    23                    INC      HL
DF0E    56                    LD       D,(HL)   ;GET JUMP ADDRESS
DF0F    EB                    EX       DE,HL    ;HL=JUMP ADDRESS
DF10    D1                    POP      DE
DF11    F3                    DI
DF12    CD DF19               CALL     PATCH    ;CALL (HL)
                      ;
DF15    FB                    EI
DF16    D1                    POP      DE       ;GET STRING ADDRESS
DF17    12                    LD       (DE),A   ;STORE LAST STATUS
DF18    C9                    RET               ;RETURN TO BASIC
                      ;
DF19    E9            PATCH:  JP       (HL)     ;CALL (HL)
                      ;
                      ;       Jump Table Area
                      ;
                      ;TYPE I
DF1A    DF32          JTA:    DW       RSTR     ;RESTORE
DF1C    DF3C                  DW       SEEK     ;SEEK
DF1E    DF55                  DW       STEP     ;STEP
DF20    DF55                  DW       STPIN    ;STEP IN
DF22    DF55                  DW       STPOT    ;STEP OUT
                      ;
                      ;TYPE II
DF24    DF5F                  DW       READD    ;READ DATA
DF26    DF84                  DW       WRITD    ;WRITE DATA
                      ;
                      ;TYPE III
DF28    DF5F                  DW       READI    ;READ ID
DF2A    DF5F                  DW       REDTR    ;READ TRACK
DF2C    DF84                  DW       WRITR    ;WRITE TRACK
                      ;
                      ;TYPE IV
DF2E    DFBC                  DW       FORI     ;FORCE INTERRUPT
                      ;
                      ;MOTOR,SIDE,DRIVE#
```

```
DF30    DFC6                DW      MSD       ;MOTER,SIDE,DRIVE#
                    ;
DF32    1A          RSTR:   LD      A,(DE)    ;COMMAND
DF33    01 0FF8             LD      BC,CR     ;BC=COMMAND REG.
DF36    ED 79               OUT     (C),A
DF38    CD DFD2             CALL    WNBSY     ;WAIT READY
DF3B    C9                  RET
                    ;
DF3C    EB          SEEK:   EX      DE,HL
DF3D    7E                  LD      A,(HL)    ;A=COMMAND
DF3E    23                  INC     HL
DF3F    56                  LD      D,(HL)    ;D=TRACK# TO SEEK
DF40    23                  INC     HL
DF41    5E                  LD      E,(HL)    ;E=CURRENT TRACK#
DF42    01 0FF9             LD      BC,TR
DF45    ED 59               OUT     (C),E     ;SET CURRENT TRACK#
DF47    01 0FFB             LD      BC,DR
DF4A    ED 51               OUT     (C),D     ;SET TRACK TO SEEK
DF4C    01 0FF8             LD      BC,CR
DF4F    ED 79               OUT     (C),A     ;SEND SEEK COMMAND
DF51    CD DFD2             CALL    WNBSY     ;WAIT 'NOT BUSY'
DF54    C9                  RET
                    ;
DF55                STEP:
DF55                STPIN:
DF55    1A          STPOT:  LD      A,(DE)    ;GET COMMAND
DF56    01 0FF8             LD      BC,CR
DF59    ED 79               OUT     (C),A
DF5B    CD DFD2             CALL    WNBSY
DF5E    C9                  RET
                    ;
DF5F                READD:
DF5F                READI:
DF5F    CD DFEA     REDTR:  CALL    SETSCT    ;A=COMMAND,SET SECTOR REG.
DF62    01 0FF8             LD      BC,CR     ;CR=STR
DF65    D9                  EXX
DF66    01 0FFB             LD      BC,DR     ;BC'=DATA REG.
DF69    2A DFFE             LD      HL,(BUFAD)        ;HL'=BUFF ADD.
DF6C    D9                  EXX
DF6D    ED 79               OUT     (C),A     ;SET COMMAND
DF6F    CD DFE4             CALL    WAIT1
DF72    ED 78       RED1:   IN      A,(C)     ;GET STATUS
DF74    0F                  RRCA              ;CHECK BUSY
DF75    30 0B               JR      NC,RED2   ;END READ
DF77    0F                  RRCA              ;CHECK DATA REQUEST
DF78    30 F8               JR      NC,RED1   ;NO REQUEST
                    ;
DF7A    D9                  EXX
DF7B    ED 78               IN      A,(C)     ;GET DATA
DF7D    77                  LD      (HL),A    ;STORE DATA
DF7E    23                  INC     HL        ;INC BUFF. ADDR.
DF7F    D9                  EXX
DF80    18 F0               JR      RED1      ;AGAIN
                    ;
DF82    07          RED2:   RLCA      ;BACK STAT (RRCA <-> RLCA)
DF83    C9                  RET
                    ;
DF84                WRITD:
DF84    CD DFEA     WRITR:  CALL    SETSCT    ;A=COMMAND,SET SECTOR REG.
DF87    01 0FF8             LD      BC,CR     ;CR=STR
DF8A    D9                  EXX
DF8B    01 0FFB             LD      BC,DR     ;BC'=DATA REG.
DF8E    2A DFFE             LD      HL,(BUFAD)        ;HL'=BUFF ADD.
DF91    D9                  EXX
DF92    1E 00               LD      E,00H     ;COUNTER
DF94    16 02               LD      D,02H     ;MASK
DF96    ED 79               OUT     (C),A     ;SET COMMAND
DF98    ED 78       FLOOP:  IN      A,(C)     ;FIRST LOOP
DF9A    A2                  AND     D
DF9B    C2 DFA4             JP      NZ,FIRST          ;FIRST DATA REQ.
DF9E    1D                  DEC     E                 ;DEC COUNTER
DF9F    C2 DF98             JP      NZ,FLOOP          ;AGAIN
DFA2    18 06               JR      WRT1      ;QUIT FIRST LOOP
DFA4    D9          FIRST:  EXX
DFA5    7E                  LD      A,(HL)    ;GET FIRST DATA
DFA6    ED 79               OUT     (C),A     ;WRITE 1 BYTE
DFA8    23                  INC     HL        ;INC BUFF. ADDR.
DFA9    D9                  EXX
DFAA    ED 78       WRT1:   IN      A,(C)     ;GET STATUS
DFAC    0F                  RRCA              ;CHECK BUSY
DFAD    30 0B               JR      NC,WRT2   ;END WRITE
```

```
DFAF    0F                        RRCA              ;CHECK DATA REQUEST
DFB0    30 F8                     JR      NC,WRT1   ;NO REQUEST
                          ;
DFB2    D9                        EXX
DFB3    7E                        LD      A,(HL)    ;GET DATA
DFB4    ED 79                     OUT     (C),A     ;WRITE DATA
DFB6    23                        INC     HL        ;INC BUFF. ADDR.
DFB7    D9                        EXX
DFB8    18 F0                     JR      WRT1      ;AGAIN
                          ;
DFBA    07                WRT2:   RLCA              ;BACK STAT (RRCA <-> RLCA)
DFBB    C9                        RET
                          ;
DFBC    1A                FORI:   LD      A,(DE)    ;GET COMMAND
DFBD    01 0FF8                   LD      BC,CR
DFC0    ED 79                     OUT     (C),A
DFC2    CD DFD2                   CALL    WNBSY
DFC5    C9                        RET
                          ;
DFC6    1A                MSD:    LD      A,(DE)    ;GET DATA
DFC7    01 0FFC                   LD      BC,MSDR
DFCA    ED 79                     OUT     (C),A     ;SET IT
DFCC    B7                        OR      A         ;MOTOR ON?
DFCD    F0                        RET     P         ;MOTOR OFF THEN RET
DFCE    CD DFD2                   CALL    WNBSY     ;WAIT READY
DFD1    C9                        RET
                          ;
DFD2    C5                WNBSY:  PUSH    BC        ;SAVE BC
DFD3    06 20                     LD      B,20H
DFD5    10 FE             WNBSY0: DJNZ    WNBSY0    ;WAIT
DFD7    01 0FF8                   LD      BC,STR    ;DASAI
DFDA    ED 78             WNBSY1: IN      A,(C)
DFDC    4F                        LD      C,A       ;SAVE STATUS
DFDD    E6 81                     AND     81H       ;CHECK
DFDF    20 F9                     JR      NZ,WNBSY1
DFE1    79                        LD      A,C       ;GET STATUS
DFE2    C1                        POP     BC        ;GET BC
DFE3    C9                        RET
                          ;
DFE4    3E 07             WAIT1:  LD      A,7       ;WAIT ROUTINE
DFE6    3D                WAIT2:  DEC     A
DFE7    20 FD                     JR      NZ,WAIT2
DFE9    C9                        RET
                          ;
DFEA    EB                SETSCT: EX      DE,HL
DFEB    7E                        LD      A,(HL)    ;A=COMMAND
DFEC    23                        INC     HL
DFED    56                        LD      D,(HL)    ;D=SECTOR#
DFEE    01 0FFA                   LD      BC,SCR    ;BC=SECTOR REG.
DFF1    ED 51                     OUT     (C),D     ;SET SECTOR#
DFF3    F5                        PUSH    AF        ;SAVE COMMAND
DFF4    CD DFD2                   CALL    WNBSY
DFF7    F1                        POP     AF        ;GET COMMAND
DFF8    C9                        RET
                          ;
DFF9    00 00 00 00               DB      0,0,0,0,0         ;DUMMY
DFFD    00
                          ;
DFFE    E000              BUFAD:  DW      0E000H    ;BUFFER ADDRESS
                          ;
                                  END
```

まずリスト 9-5 の使い方からである。基本的なパターンは，

番号(0〜11)，コマンド，パラメータ…

を CHR$で文字列に変換した後に USR0(〜)である。詳しくは**表 9-12** に示す。11 番だけは FDC へのコマンドではなく，FFC$_H$番地へのデータであることに注意。

なお，このプログラムは手抜きのお手本みたいなもので，ちゃんとしたエラー処理をしていない。たとえばディスクを抜いて，ドライブのモーターを ON にしようとすると，帰ってこないのである。そのときは心静かにリセットスイッチを押していただきたい。

では，**おもむろに**リスト 9-3 の解説を始める。

リスト 9-4 「リスト 9-3」のダンプリスト（念のため：チェックには付録 A を参照のこと）

```
DF00 D5 1A 13 D5 21 1A DF 16 : 07
DF08 00 87 5F 19 5E 23 56 EB : C1
DF10 D1 F3 CD 19 DF FB D1 12 : 67
DF18 C9 E9 32 DF 3C DF 55 DF : 12
DF20 55 DF 55 DF 5F DF 84 DF : 09
DF28 5F DF 5F DF 84 DF BC DF : 7A
DF30 C6 DF 1A 01 F8 0F ED 79 : 2D
DF38 CD D2 DF C9 EB 7E 23 56 : 29
DF40 23 5E 01 F9 0F ED 59 01 : D1
DF48 FB 0F ED 51 01 F8 0F ED : 3D
DF50 79 CD D2 DF C9 1A 01 F8 : D3
DF58 0F ED 79 CD D2 DF C9 CD : 89
DF60 EA DF 01 F8 0F D9 01 FB : A6
DF68 0F 2A FE DF D9 ED 79 CD : 22
DF70 E4 DF ED 78 0F 30 0B 0F : 81
DF78 30 F8 D9 ED 78 77 23 D9 : D9
--------------------------------
SUM: 69 F3 1C A0 7A AD 85 E2 43E7
```

```
DF80 18 F0 07 C9 CD EA DF 01 : 6F
DF88 F8 0F D9 01 FB 0F 2A FE : 13
DF90 DF D9 1E 00 16 02 ED 79 : 54
DF98 ED 78 A2 C2 A4 DF 1D C2 : 2B
DFA0 98 DF 18 06 D9 7E ED 79 : 52
DFA8 23 D9 ED 78 0F 30 0B 0F : BA
DFB0 30 F8 D9 7E ED 79 23 D9 : E1
DFB8 18 F0 07 C9 1A 01 F8 0F : FA
DFC0 ED 79 CD D2 DF C9 1A 01 : C8
DFC8 FC 0F ED 79 B7 F0 CD D2 : B7
DFD0 DF C9 C5 06 20 10 FE 01 : A2
DFD8 F8 0F ED 78 4F E6 81 20 : 42
DFE0 F6 79 C1 C9 3E 07 3D 20 : 9B
DFE8 FD C9 EB 7E 23 56 01 FA : A3
DFF0 0F ED 51 F5 CD D2 DF F1 : B1
DFF8 C9 00 00 00 00 00 00 E0 : A9
--------------------------------
SUM: 6A 7F EE 56 A4 E0 A9 89 EC8E
```

リスト 9-5 ディスクアクセスサンプル

```
100 CLEAR &HDF00
110 MEM$(&HDF00,16)=HEXCHR$("D5 1A 13 D5 21 1A DF 16 00 87 5F 19 5E 23 56 EB")
120 MEM$(&HDF10,16)=HEXCHR$("D1 F3 CD 19 DF FB D1 12 C9 E9 32 DF 3C DF 55 DF")
130 MEM$(&HDF20,16)=HEXCHR$("55 DF 55 DF 5F DF 84 DF 5F DF 5F DF 84 DF BC DF")
140 MEM$(&HDF30,16)=HEXCHR$("C6 DF 1A 01 F8 0F ED 79 CD D2 DF C9 EB 7E 23 56")
150 MEM$(&HDF40,16)=HEXCHR$("23 5E 01 F9 0F ED 59 01 FB 0F ED 51 01 F8 0F ED")
160 MEM$(&HDF50,16)=HEXCHR$("79 CD D2 DF C9 1A 01 F8 0F ED 79 CD D2 DF C9 CD")
170 MEM$(&HDF60,16)=HEXCHR$("EA DF 01 F8 0F D9 01 FB 0F 2A FE DF D9 ED 79 CD")
180 MEM$(&HDF70,16)=HEXCHR$("E4 DF ED 78 0F 30 0B 0F 30 F8 D9 ED 78 77 23 D9")
190 MEM$(&HDF80,16)=HEXCHR$("18 F0 07 C9 CD EA DF 01 F8 0F D9 01 FB 0F 2A FE")
200 MEM$(&HDF90,16)=HEXCHR$("DF D9 1E 00 16 02 ED 79 ED 78 A2 C2 A4 DF 1D C2")
210 MEM$(&HDFA0,16)=HEXCHR$("98 DF 18 06 D9 7E ED 79 23 D9 ED 78 0F 30 0B 0F")
220 MEM$(&HDFB0,16)=HEXCHR$("30 F8 D9 7E ED 79 23 D9 18 F0 07 C9 1A 01 F8 0F")
230 MEM$(&HDFC0,16)=HEXCHR$("ED 79 CD D2 DF C9 1A 01 FC 0F ED 79 B7 F0 CD D2")
240 MEM$(&HDFD0,16)=HEXCHR$("DF C9 C5 06 20 10 FE 01 F8 0F ED 78 4F E6 81 20")
250 MEM$(&HDFE0,16)=HEXCHR$("F6 79 C1 C9 3E 07 3D 20 FD C9 EB 7E 23 56 01 FA")
260 MEM$(&HDFF0,16)=HEXCHR$("0F ED 51 F5 CD D2 DF F1 C9 00 00 00 00 00 00 E0")
270 DEFUSR0=&HDF00
280  D$=USR0(CHR$(11,&H81))        :'MOTOR ON
290  D$=USR0(CHR$(0,&H2))          :'RESTORE
300  D$=USR0(CHR$(1,&H1E,2,0))     :'SEEK
310 'D$=USR0(CHR$(2,&H3A))         :'STEP
320 'D$=USR0(CHR$(3,&H5A))         :'STEP IN
330 'D$=USR0(CHR$(4,&H7A))         :'STEP OUT
340  D$=USR0(CHR$(5,&H80,1))       :'READ DATA
350 'D$=USR0(CHR$(6,&HA0,1))       :'WRITE DATA
360 'D$=USR0(CHR$(7,&HC0,1))       :'READ ADD.
370 'D$=USR0(CHR$(8,&HE0,1))       :'READ TRACK
380 'D$=USR0(CHR$(9,&HF0,1))       :'WRITE TRACK
390 'D$=USR0(CHR$(10,&HD0))        :'FORCE INT.
400  D$=USR0(CHR$(11,&H1))         :'MOTOR OFF
410 END
```

$DF00_H$～$DF19_H$は，0～11番のうちの，どこへ飛び込むかを計算している。最初にDEレジスタをPUSHしているのは，後々ステータスを返すためである。$DF11_H$に「DI」があって割り込みを禁止しているが，これはディスクリード/ライトのようにタイミングが大事なプログラムでは必要なことである。$DF12_H$では$DF19_H$の「JP (HL)」とともに，「CALL (HL)」に相当することをやらせている。実際のルーチンは後回しにして，$DF15_H$～$DF18_H$を説明する。ディスクにアクセスして帰ってきたときに，Aレジスタは最後に読み出したステータスレジスタの値を持っているようにしてある。その値をDEレジスタの指すアドレスにストアすると，このプログラムで呼び出したBASICで，

表 9-12 「リスト 9-5」の使い方

コ マ ン ド	番号	第2パラメータ	第3パラメータ	第4パラメータ
リストア	0	コマンド	—	—
シーク	1	コマンド	目的シリンダ No.	現在のシリンダ No.
ステップ	2	コマンド	—	—
ステップ・イン	3	コマンド	—	—
ステップ・アウト	4	コマンド	—	—
リードデータ	5	コマンド	セクタ No.	—
ライトデータ	6	コマンド	セクタ No.	—
リードアドレス	7	コマンド	ダミー	—
リードトラック	8	コマンド	ダミー	—
ライトトラック	9	コマンド	ダミー	—
フォースインタラプト	10	コマンド	—	—
モーター，サイド，ドライブナンバー	11	データ	—	—

D$＝USR0(〜)

となっていると，D$の先頭の文字の ASCII コードとして受け取ることができる。便利，便利。

では，実行ルーチンの方であるが，たとえば $DF32_H$ の RESTORE の実行ルーチンでは，「LD A,(DE)」によって，FDC に送るコマンドを A レジスタに拾い上げている。それをコマンドレジスタ (CR) に OUT して，WNBSY をコールする。よーするにこれは前述の BASIC で書いたプログラムと同じである。SEEK，STEP なども同様。

次に $DF5F_H$ からの READD(リードデータ)，READI(リードアドレス)， REDTR(リードトラック) の 3 種混合ルーチンである。恐ろしいことにこれら三つのルーチンは完全に同じなのである。その結果， READI，REDTR では，必要がないのにセクタ番号を指定しているのである。実害はないから，大丈夫である。まず，「CALL SETSCT」で A レジスタにコマンドを拾い上げ，なおかつセクタレジスタ (SCR) にセクタ番号を OUT している。その先が少々複雑なのだが，BC レジスタのステータスレジスタ (SCR＝CR) のアドレスをセットし，EXX で裏レジスタにして，BC′にデータレジスタ (DR)，HL′にバッファアドレスをセットしている。ディスクのリード/ライトのためには，二つの違う I/O アドレスに高速にアクセスしなければならないのでこうしたのだが，STR と DR の上位アドレスはともに $0F_H$ だから，どうしても裏レジスタを使わなければならないわけではない。結局は趣味の問題である。その後はコマンドを CR に OUT して，少々待つ。**なぜかよく知らないが，**とにかく待つ。それからはレジスタを表にしたり，裏にしたりしつつ，データを受け取るのである。$DF82_H$ 番地の RLCA は右にローテートしたステータスを左にローテートし直して，元に戻すものである。

次に $DF84_H$ からの書き込む方であるが，$DF98_H$〜$DFA9_H$ 間は，1バイトだけ書くルーチンである。なんでこんなことをしているかというと，ライトトラックのためなのだ。なぜかこうしないとライトトラックが成功しないのである。**理由はよく分からないが動け**

ばよいのだ。ほかは基本的にリードルーチンと同じである。

さて，リスト9-5を実行すると，ドライブ1に対してリストア動作した後(290行)，第2トラックへシークし（300行)，第1セクタをリードし（340行)，モーターをOFFする。データを読み込むアドレスは，$DFFE_H$番地からの2バイトに格納されているアドレスで，リスト9-5では$E000_H$になっている(260行の右端)。D$の先頭バイトには，最後に読み込んだステータスレジスタの値が入っているから，

PRINT ASC (D$)

で，エラーチェックもできるようになっている。そこで早速リードデータの代わりに，370行のリードトラックを実行してみていただきたい。「D$＝～」の代わりに，「D1$＝～」とでもしておくべきだろう。実行後，PRINT ASC (D1$) とすると，「4」が表示されるはずである。ステータス表（表9-9）を見ると，なんと「LOST DATA」である。これは結局どーゆーことかというと,「さっさと読み出さなかったから，データの取りこぼしがあるかもしれないよ」ということである。つまり，早い話がエラーである。

話せばわかる！　X1では，どうしてもこうなるのである。これは仕方がないのである。私のプログラムのせいではないのだ。しかしここにも一筋の光明があるのだ。X1 turboならば，「LOST DATA」にはなるが，充分にデータは読み出せているのである。turbo以外の機種では（全部を確認したわけではないが)，データがビットずれを起こしまくって，使いものにならない。

しかし，リードトラックよりも大事なことがあるのだ(と**逃げる**)。まずはTYPE IIコマンドのフラグについて説明しておく。

m＝マルチレコードフラグ

これは，複数のレコードを一度に読み書きするときに使うフラグである。後で実験する。

S＝サイドフラグ

これはCフラグといっしょに使うもので，読み出したディスクのサイドが0であるべきか，それとも1であるべきかを指定する。

E＝ディレイフラグ

これは，ヘッドがディスクに押し付けられたかどうかの信号のサンプリングタイミングを指定するもの。X1では意味がない。

C＝サイド番号比較フラグ

これはVフラグがトラック（シリンダ）番号を比較するかどうかのフラグであるのに対して，サイド番号を比較するかどうかのフラグである。しつこく言うが，Sフラグといっしょに使う。

a_0＝アドレスマークフラグ

これはライトデータのときだけ指定できるものである。こいつに関してはサンプルを示した方が早いだろう。

では，TYPE IIの実習である。**図9-5，9-6，9-7，9-8**である。

まずはmフラグをいじってみる。リスト9-5の280行からを図9-5のように書き換えて

いただきたい。まずは280行でモーターON，ドライブは〝1：〞でサイドは0番である。リストアして，m＝1で第1セクタから読み始めている。325行で，それぞれのステータスレジスタを表示している。その値は，

リストア命令→4(TRACK 00＝1)

リードデータ命令→16(RECORD NOT FOUND)

となっている。モニタに飛んでダンプしてみると，しっかりと16セクタ分が読み込まれているはずである。そこで，BASICに帰り，

PRINT INP (&HFFA)

として，セクタレジスタの値を表示してみると「17」である。すなわちFDCはmフラグ＝1に従って，第1セクタから第16セクタまでを読み，挙げ句の果てに第17セクタまでを読もうとしたが，「ない袖は振れない」の法則に従って，当然のごとく失敗して，「RECORD NOT FOUND」を起こしたというわけである。このmフラグを使うと，連続セクタを読むという点ではなかなかに高速なのだが，惜しむらくは「いつ終わるのか指定できない」という欠点があるのだ。それでFDCは「第17セクタはどこだっ!?」と，少しの間捜し回るので，結局は時間をくってしまう。よって，正しく使うには，必要なだけを読んだかどうかをチェックしてやって，適当なところで，TYPE IVのフォースインタラプトを使ってコマンドを打ち切ってやらなければならない。なかなかに世話のやけるmフラグであった。

図9-5 mフラグの例

```
m FLAG


280  D$=USR0(CHR$(11,&H81))      :'MOTOR ON
290  D0$=USR0(CHR$(0,&H2))       :'RESTORE
300  D5$=USR0(CHR$(5,&H90,1))    :'READ DATA
310 'D6$=USR0(CHR$(6,&HA0,1))    :'WRITE DATA
320  D$=USR0(CHR$(11,&H1))       :'MOTOR OFF
325 PRINT ASC(D0$),ASC(D5$),ASC(D6$)
330 END



    4        16        0
```

次にS，Cフラグである。図9-6は，平和な例で，280行でサイド0を指定しているから，S＝0（サイドは0ですか?），C＝1（チェックしてください）によって，ステータスは0という値になる。この逆が図9-7で，280行でサイド0を指定しているのに，S＝1（サイドは1ですか?），C＝1（チェックしてください）としているので，しっかり16＝RECORD NOT FOUNDが出ている。この場合はデータの読み込みは行なわれない。

図9-6 S, Cフラグの例 その1

```
S,C FLAG...S=0,C=1


280  D$=USR0(CHR$(11,&H81))      :'MOTOR ON
```

```
290  D0$=USR0(CHR$(0,&H2))          :'RESTORE
300  D5$=USR0(CHR$(5,&H82,1))       :'READ DATA
310 'D6$=USR0(CHR$(6,&HA0,1))       :'WRITE DATA
320  D$=USR0(CHR$(11,&H1))          :'MOTOR OFF
325 PRINT ASC(D0$),ASC(D5$),ASC(D6$)
330 END


     4       0       0
```

図 9-7 S, C フラグの例 その2

```
S,C FLAG...S=1,C=1


280  D$=USR0(CHR$(11,&H81))         :'MOTOR ON
290  D0$=USR0(CHR$(0,&H2))          :'RESTORE
300  D5$=USR0(CHR$(5,&H8A,1))       :'READ DATA
310 'D6$=USR0(CHR$(6,&HA0,1))       :'WRITE DATA
320  D$=USR0(CHR$(11,&H1))          :'MOTOR OFF
325 PRINT ASC(D0$),ASC(D5$),ASC(D6$)
330 END


     4       16      0
```

a_0フラグの実習が図 9-8 である。a_0フラグ＝1で，ライトデータを実行すると，そのセクタにデリーテッドアドレスマークが書かれてしまうのだ。具体的にどこかというのは後程やるのである。これを検出するには，そのセクタを読むだけでよい。図 9-8 のように，ステータスレジスタが 32 となり，第5ビット（RECORD TYPE）が1になる。この場合にデータはちゃんと読まれるから，特にチェックしない限りデリーテッドアドレスマークが書かれていようがいまいが，同じことである。では，なぜこのようになっているのかというと，例によって「**IBM に聞いてくれ**」なのであった。

図 9-8 a_0 フラグの例

```
a0 FLAG


280  D$=USR0(CHR$(11,&H81))         :'MOTOR ON
290  D0$=USR0(CHR$(0,&H2))          :'RESTORE
300  D6$=USR0(CHR$(6,&HA1,1))       :'WRITE DATA
310  D5$=USR0(CHR$(5,&H80,1))       :'READ DATA
320  D$=USR0(CHR$(11,&H1))          :'MOTOR OFF
325 PRINT ASC(D0$),ASC(D5$),ASC(D6$)
330 END


     4       32      0
```

TYPE Ⅲ

MB8877 の TYPE Ⅲコマンドにはリードアドレス，リードトラック，ライトトラックの

三つがあるわけである。そこでまずは，リードアドレスからである。

リードアドレスとは何かっつうと，ディスクに書かれている「ID フィールド」と呼ばれる部分を読み出すということである。正しくフォーマットされたディスクには，各セクタごとに ID フィールドとデータフィールドが 1 個ずつあるのだ。念のために言うと，「フィールド」とは「領域」とか「区画」という意味である。要するに平たく言えば，ID フィールドとはセクタの「ラベル」みたいなもので，データフィールドは「中身」である。

さて，ID フィールドの読み方であるが，**リスト 9-6** である。**縁起ものだから，** リスト 9-5 と同じ形式で載せておくことにする。RUN した後にモニタに飛んで，$E000_H$からをダンプすると最初の 6 バイトが大体**図 9-9** のようになっているはずである。この内訳は，

- 0 バイト目＝シリンダ番号
- 1 バイト目＝サイド番号
- 2 バイト目＝セクタ番号
- 3 バイト目＝セクタ長（0～3）
- 4 バイト目＝CRC 上位
- 5 バイト目＝CRC 下位

となっている。これらはすべて，フォーマット時に書き込まれたものである。セクタ番号は，最初に出会ったセクタのものである。よって，このままでは 1～16 番のうちどれが来るかは運まかせである。

セクタ長は，

0 → 1 セクタ当たり 128 バイト
1 → 1 セクタ当たり 256 バイト
2 → 1 セクタ当たり 512 バイト
3 → 1 セクタ当たり 1024 バイト

リスト 9-6　ID フィールドを読み出す場合の「リスト 9-5」の変更点100～270行は同じ

```
280  D$=USR0(CHR$(11,&H81))        :'MOTOR ON
290  D$=USR0(CHR$(0,&H2))          :'RESTORE
300 'D$=USR0(CHR$(1,&H1E,2,0))     :'SEEK
310 'D$=USR0(CHR$(2,&H3A))         :'STEP
320 'D$=USR0(CHR$(3,&H5A))         :'STEP IN
330 'D$=USR0(CHR$(4,&H7A))         :'STEP OUT
340 'D$=USR0(CHR$(5,&H80,1))       :'READ DATA
350 'D$=USR0(CHR$(6,&HA0,1))       :'WRITE DATA
360  D$=USR0(CHR$(7,&HC0,1))       :'READ ADD.
370 'D$=USR0(CHR$(8,&HE0,1))       :'READ TRACK
380 'D$=USR0(CHR$(9,&HF0,1))       :'WRITE TRACK
390 'D$=USR0(CHR$(10,&HD0))        :'FORCE INT.
400  D$=USR0(CHR$(11,&H1))         :'MOTOR OFF
410 END
```

図 9-9　ID フィールドの内容

```
:E000=00 00 02 01 AF 5F 00 00 /....ｯ_..
```

を指定している。普通は1セクタ256バイトだから「1」になっているはずである。最後の2バイトのCRCは，早い話がチェックサムみたいなものである。読み出すときのチェック用で，一定の方法で計算が行なわれる。FDCが勝手に計算してくれるので，別に心配する必要はない。もちろん，計算が合わなければ，「CRC ERROR」が発生するわけである。

というところで，もう一度図9-9を見ると，最初の2バイトは00_H，00_Hで，つまりは第0シリンダの第0サイドなのである。そして，第2セクタに最初に出会った。そのセクタのタイプは1だから，ありふれた容量256バイトのフォーマットである。最後の2バイトのCRCのAF_H，$5F_H$は，CRCというわけである。

ここでわれわれその筋探検隊は，フロッピーディスクの深淵へと向かうのである。それはどーゆーことかというと，「ディスクの中で各セクタはどのように並んでいるのだろう」という疑問である。普通に考えるなら，1，2，3，……，16であるが，別にそうでなくてもよいはずである。そこで考えてみると，たしかTYPE Iのコマンドを実行した直後ならINDEXホールを検出できるっつうことに思い当たるのであった。よって，インデックスホールを検出した後で，リードアドレスを立て続けに16回行なえば1周分の各セクタのIDフィールドが読めてしまうのである。

しかし，悲しいことにBASICでそれをやっても速度が追っつかないのである。結局はまたもや機械語を組まなければならない。うーむとつぶやきつつ**リスト9-7**と**リスト9-8**である。

リスト9-7　IDフィールドの連続読み込み

```
                            .Z80
                            .PHASE  0DE00H
                    ;
0FF8                CR      EQU     0FF8H   ;COMMAND REG.
0FF8                STR     EQU     0FF8H   ;STAT. REG.
0FFB                DR      EQU     0FFBH   ;DATA REG.
                    ;
DE00    F3          START:  DI
                    ;
DE01    01 0FF8             LD      BC,CR   ;CR=STR
DE04    ED 78       WINDEX: IN      A,(C)
DE06    E6 02               AND     02H     ;CHECK INDEX
DE08    28 FA               JR      Z,WINDEX
                    ;
DE0A    1A                  LD      A,(DE)
DE0B    57                  LD      D,A     ;D=COUNTER
DE0C    D9                  EXX
DE0D    01 0FFB             LD      BC,DR   ;DATA REG.
DE10    2A DE37             LD      HL,(BUFAD)      ;BUFF ADD.
DE13    D9                  EXX
                    ;
DE14    3E C0       AGAIN:  LD      A,0C0H  ;READ AD. COM.
DE16    ED 79               OUT     (C),A   ;SEND COMMAND
DE18    3E 07               LD      A,7
DE1A    3D          WAIT:   DEC     A
DE1B    20 FD               JR      NZ,WAIT
DE1D    ED 78       RED1:   IN      A,(C)
DE1F    0F                  RRCA            ;CHECK BUSY
DE20    30 0B               JR      NC,RED2 ;END READ
DE22    0F                  RRCA            ;CHECK DATA REQ.
DE23    30 F8               JR      NC,RED1 ;NO REQ.
                    ;
DE25    D9                  EXX
DE26    ED 78               IN      A,(C)
DE28    77                  LD      (HL),A  ;STORE DATA
DE29    23                  INC     HL
DE2A    D9                  EXX
```

```
DE2B     18 F0                       JR      RED1
                             ;
DE2D     07                  RED2:   RLCA    ;BACK STAT
DE2E     D9                          EXX
DE2F     77                          LD      (HL),A   ;STORE STATUS
DE30     23                          INC     HL
DE31     D9                          EXX
DE32     15                          DEC     D        ;DEC COUNTER
DE33     20 DF                       JR      NZ,AGAIN
                             ;
DE35     FB                          EI
DE36     C9                          RET
                             ;
DE37     E000                BUFAD:  DW      0E000H
                             ;
                                     END
```

リスト 9-8 ID フィールドを連続読み込み表示する

```
270 '100 - 270 ｷﾞｮｳ ﾊ ﾘｽﾄ9-6 ﾉﾓﾉｦ ﾂｶｳﾉﾃﾞｱﾙ
280 CLEAR &HDE00
290 MEM$(&HDE00,16)=HEXCHR$("F3 01 F8 0F ED 78 E6 02 28 FA 1A 57 D9 01 FB 0F")
300 MEM$(&HDE10,16)=HEXCHR$("2A 37 DE D9 3E C0 ED 79 3E 07 3D 20 FD ED 78 0F")
310 MEM$(&HDE20,16)=HEXCHR$("30 0B 0F 30 F8 D9 ED 78 77 23 D9 18 F0 07 D9 77")
320 MEM$(&HDE30,16)=HEXCHR$("23 D9 15 20 DF FB C9 00 E0 00 00 00 00 00 00 00")
330 DEFUSR1=&HDE00
340 COUNT=20
350 TR=0
360   D$=USR0(CHR$(11,&H81))     :'MOTOR ON
370   D$=USR0(CHR$(0,&H2))       :'RESTORE
380   D$=USR0(CHR$(1,&H1E,TR,0)):'SEEK
390   D$=USR1(CHR$(COUNT))       :'READ ADD.
400     FOR I=&HE000 TO &HE000+7*(COUNT-1) STEP 7
410       FOR J=I TO I+(7-1)
420         PRINT RIGHT$("0"+HEX$(PEEK(J)),2);" ";
430       NEXT:PRINT
440     NEXT
450   D$=USR0(CHR$(11,&H1))      :'MOTOR OFF
460 END
```

リスト 9-7 は，まず FDC のステータスレジスタを IN して，第 1 ビット（＝INDEX）が 1 になるまで待つ。その後，指定された回数だけバシバシとリードアドレスを実行して，最後の 1 バイトを読んだときのステータスといっしょにメモリに格納する。説明はこんなものでよいだろう。リスト 9-8 を見ていただきたい。これはリスト 9-7 の使い方である。100〜270 行には，リスト 9-6（9-5）の 100〜270 行を必要とする。

やっていることは単純で，まず 360 行でモーターを ON して，370 行でとりあえずリストアを実行してヘッドを第 0 トラックへ持ってくる。380 行ではお望みのトラックまでシークしている。トラック番号は TR に入っている。そこですかさず，

D$＝USR1(CHR$（読み出す回数))

である。最後のステータスもメモリに格納するから，1 回当たり 7 バイトのデータが取れるわけである。400 行からはそれを表示している。くれぐれも注意するが，USR1 の直前には TYPE I のコマンドを実行しておくこと。さもなくばリセットスイッチのお世話になってしまうのである。

ここで研究発表をするわけだが，それは**図 9-10** である。HuBASIC の場合は平和に 1〜16 が順に並んでいる。X1 CP/M は，第 0 と第 1 シリンダは HuBASIC と同じ，第 2 シリンダからは，図 9-10 に書いてあるようになっている。MZ-2000/2200 の CP/M では全シリンダにおいて図 9-10 のようになっている。

図9-10　セクタの並び方

```
HuBASIC
1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16
X1  CP/M (TRACK 2～39)
1  14  11  8  5  2  15  12  9  6  3  16  13  10  7  4
MZ  CP/M
1  3  5  7  9  11  13  15  2  4  6  8  10  12  14  16
```

そこで，どーしてこうなっているかである。

一般には第1セクタを読み書きした後は第2セクタを読み書きするわけであるが，CP/Mのようにハードウェアと密着していないソフトウェアなどは，その2回の読み書きの間に別の処理が入り，その間にディスクが少々回ってしまうのである。つまり，1～16まで順に並んでいると，「第1セクタを読み終え，次に第2セクタを読もうとしても，すでに第2セクタはヘッドの位置を通り過ぎてしまっている」のだ。そうなると，ディスクがもう1回転するまで待たねばならない。前述のように，5インチや3インチの2D，2DDのディスクは1分間に300回転，すなわち1秒間に5回転しているから，1周分といえば0.2秒である。はっきり言って，これはとても長い時間なのだ。そこで，あらかじめ第1セクタと第2セクタの間を離しておくわけである。もちろんこれは第2セクタと第3セクタの間でも同じことである。第nセクタから何個目に第n＋1セクタがあるかを数えてみると（もちろん16→0と巡回するんだよ），

HuBASIC→1個
X1 CP/M→5個
MZ CP/M→8個

となっている。この1，5，8，の数字はスキューファクタと呼ばれる。これと同じような意味を持つものにインターリーブファクタというものもあって，これは隣り合ったセクタ番号の差である。

HuBASIC→2－1＝1
X1 CP/M→14－1＝13
MZ CP/M→3－1＝2

となる。MZ CP/Mの場合は15→2，16→1の所で乱れている点に注意。ま，どーでもいいけどね。

この先は少々その筋の話になるのだが，**その筋のディスクにその筋すると，**その筋のセクタ番号があったりする。たとえば，第0セクタとか，第17セクタである。さらには第1セクタが26個あったりなどの**凶器攻撃**もある。ここらへんのことは自由研究としておいて，私は次にリードトラックとライトトラックを説明するのである。

X1/X1 turboでリードトラックを実行すると，どちらでもLOST DATAエラーが起きるが，turboではデータが使いものになる理由を説明する。これはディスクのインターフェイスの性能に関係するのである。だからturboにCZ-500FやCZ-800Fを接続してリードトラックを実行しても，使いものになるデータが読めるのである（所々でビットずれは起

こすが，それはいかなる場合でも起こることである）。これは，どうやらVFOというクロックビットとデータビットを分離する回路の性能に関係するらしい。turboはその回路の性能がいま一なので，取り出したデータは使えるがLOST DATAエラーが発生し，turbo以外は，いま三なのでエラーが起きるだけではなく，データも狂いまくるわけである。しかし，リードトラック以外では問題が起きないので，あんまり強く文句を言うわけにはいかない———が，私は文句を言うぞっ！

「文句，文句，文句，文句，文句」

では，ライトトラックを説明する。そうすればリードトラックも自動的に理解できる。ライトトラックの機能は，言うまでもなく，ディスクに物理フォーマットを書き込むことにある。物理フォーマットは，1トラック（片面分）当たり約6.25Kバイト（6400バイト）のデータを，ライトトラックコマンドを使ってディスクに書き込むことにより指定される。その6.25Kバイトの内訳は，「はいっ，ここからここまではIDフィールドですよ。そいで，ここからの256バイト分はデータです。第1セクタの次には第2セクタが続きます」などということの指定である。では早速であるが，「ISOタイプ5.25インチフォーマット」に使う6.25Kバイト分のデータを**表9-13**に示す。この表は，参考文献10に大いにお世話になっている。

さて，実はこいつはなかなかの喰わせものなのである。よって説明する。

まず，表9-13から分かるようにフォーマットは三つの部分に分かれている。GAP1と各セクタのフォーマット（複数個ある）とGAP4である。つまり，1トラックのフォーマットはGAP1で始まり，最後にGAP4で終わるということである。しかし主役は，その間に挟まれた「セクタのフォーマット」である。1トラック（片面）に，256バイトの容量のセクタが16個ある普通のフォーマットでは，

GAP1，各セクタ×16，GAP4

となっているわけである。

では，その普通のフォーマットについて，インデックスホールの位置から順に説明する。

● GAP1

インデックスホールの位置から，$4E_H$の相当するデータが32バイト分である。このほかにもGAP2，3，4があるが，いずれもフロッピーディスクドライブのばらつき（回転速度のズレなど）に対処するためのものである。

●最初のセクタ（第1セクタとは限らない）

ここから表9-13の下の部分へ行く。

セクタは次の部分からなる。

Sync

00_Hが12個書かれている。これは同期を取るためのもの。

AM1

ID ADDRESS MARKである。これは3個の$A1_H$（実はちょっと違う）と1個のFE_Hからなる。$A1_H$は，普通のデータではなく，ミッシングクロック（Missing Clock）を含んで

表 9-13　ISO タイプ 5.25 インチフォーマット

1 セクタ当たりの容量	GAP1	各セクタのフォーマット	GAP4
256 バイト	$4E_H \times 32$	①× 16	$4E_H \times 266$
512 バイト		②× 9	$4E_H \times 296$
1024 バイト		③× 5	$4E_H \times 208$
実際のデータ(MB8877 用)	同　上	下を見よ	同　上

(第 t シリンダ，第 s サイド，第 n セクタ用のフォーマット：実際はこれが複数個並んでいる)

	容　量	Sync	AM1		ID				CRC	GAP 2	Sync	AM 2		DATA	CRC	GAP 3
①	256	$00_H \times 12$	$(A1_H) \times 3$	$FE_H \times 1$	t	s	n	1	$(?) \times 2$	$4E_H \times 22$	$00_H \times 12$	$(A1_H) \times 3$	FB_H または $F8_H$	256 バイト	$(?) \times 2$	$4E_H \times 54$
②	512							2						512 バイト		$4E_H \times 84$
③	1024							3						1024 バイト		$4E_H \times 116$
実際のデータ (MB8877 用)		同　上	$F5_H \times 3$	同　上	同　上				$F7_H \times 1$	同　上	同　上	$F5_H \times 3$	同　上	同　上	$F7_H \times 1$	同　上

ID ADDRESS MARK

DATA MARK もしくは DELETED DATA MARK

ID フィールド

データフィールド

1 セクタ分のフォーマット

いる。これは英語的な言い方で，実にその筋なので言い直すと，よーするにクロックビットが 1 個足りないのだ。$A1_H$は 2 進数だと，

　　10100001_B

となり，これは MFM 記録方式の規則から，0 と 0 の間にクロックビットが入るので，普通ならば，

　　1 0 1 0 0 0 0 1
　　　　　↑ ↑ ↑

の 3 か所にクロックビットが入るはずである。ところがどっこい，この $A1_H$の場合は，真ん中のクロックビットがないのである。だから表 9-13 の下の部分では ($A1_H$) のように，カッコでくくってある。これは後で出てくる AM2 でも同じである。($A1_H$)の後の FE_Hは普通の FE_Hである。さて，下の方に「実際のデータ」という欄があるが，ここに「$F5_H$」とか書いてある。つまり MB8877 にこのクロックビットの抜けている ($A1_H$) を書かせるときは，$A1_H$の代わりに $F5_H$を送ってやればよいのだ。MB8877 はライトトラックを実行中に，$F5_H$，$F6_H$，$F8_H$などが送られてくると特別扱いするのである。この点については後でまとめてやる。

ID

ここには，シリンダ番号，サイド番号，セクタ番号，セクタにタイプ (大きさ) などが書かれている。リスト 9-6 の「リードアドレス」で読み出したデータのうちの最初の 4 バイト分である。

CRC

この CRC は，AM1 の最後の FE_H と ID の計 5 バイトに対する CRC である。MB8877 では $F7_H$ を 1 バイト送っただけで，2 バイトの CRC を勝手に計算して書いてくれる。

GAP 2

GAP1 と同じようなもの。

Sync

さっき説明した。

AM 2

ここにある 3 個の ($A1_H$) は AM1 と同じである。その次に FB_H が来るのだが，これは先程やったライトデータの a_0 フラグと関係しているのだ。普通は FB_H (DATA MARK) なのだが，$a_0 = 1$ でライトデータを行なうと $F8_H$ (DELETED DATA MARK) になってしまうのである。

DATA

普通読み書きするのはこの部分である。

CRC

AM2 の FB_H（もしくは $F8_H$）とデータを併せた部分の CRC である。

GAP 3

GAP1，2 と同じ。

これで 1 セクタ分が終わりである。

● 2 ～16 番目のセクタ

これは「最初のセクタ」と基本的に同じ形式。ただセクタ番号だけが違う。

● GAP4

$4E_H$ が，インデックスホールまで続いているのである。

以上がトラック（しつこいようだが片面分）のフォーマットである。途中で，「$F5_H$ を送ると（$A1_H$）が書かれる」などと書いたが，そのようなことになる値の一覧表を**表 9-14** に示す。表 9-14 Ⓐの中では（$C2_H$）とかが出てくるが，これは「IBM タイプフォーマット」の中で使われるものなのである。実は 5.25 インチのフロッピーディスクのフォーマットには，メジャーなものが 2 とおりあるのだ。二つのフォーマットの違いは大きくはなく，**表 9-15** を表 9-13 の代わりに使うと「IBM タイプ」になる。見て分かるとおりに，これは GAP4 を短くして GAP1 を増やし，さらに GAP0 とか INDEX MARK とかを入れてしまったものである。ただし全体のバイト数は変わっていないことに注意していただきたい。二つのフォーマットの違いは，参考文献 10 によると，ISO タイプの方がエラー発生の可能性が減るということらしい。たしかに表を見比べると IBM タイプは GAP を短くして INDEX MARK などというものを入れているのだから，FDC がどちらのフォーマットも読めるのであれば，ゆとりのある ISO タイプの方が有利であろう。ちなみに HuBASIC と S-BASIC (MZ-2000) は ISO タイプ，MZ-2000 の CP/M は大胆にも IBM タイプのようである。

表9-14　ライトトラック(フォーマット)時のデータの意味

Ⓐ MFM 動作時

MB8877/76に送るデータ	ディスクに書かれるデータ	意　　　　味
00_H ∫ $F4_H$	00_H ∫ $F4_H$	普通のデータ
$F5_H$	($A1_H$)	AM1，AM2の前提(CRCジェネレータをプリセットする)
$F6_H$	($C2_H$)	INDEX MARKの前提(CRCジェネレータをプリセットする)
$F7_H$	CRC	内部で計算されたCRC(2バイト)を書く
$F8_H$	$F8_H$	AM2の中ではDELETED DATA MARK
$F9_H$ FA_H	$F9_H$ FA_H	普通のデータ
FB_H	FB_H	AM2の中ではDATA MARK
FC_H	FC_H	($C2_H$)×3の後でINDEX MARK
FD_H	FD_H	普通のデータ
FE_H	FE_H	AM1の中ではID ADDRESS MARK
FF_H	FF_H	普通のデータ

Ⓑ FM 動作時

MB8877/76に送るデータ	ディスクに書かれるデータ		意　　　　味
	データパターン	クロックパターン	
00_H ∫ $F4_H$	00_H ∫ $F4_H$	FF_H	普通のデータ
$F5_H$	禁　　　　止		
$F6_H$	禁　　　　止		
$F7_H$	CRC	FF_H	内部で計算されたCRC(2バイト)を書く
$F8_H$	$F8_H$	$C7_H$	AM2の中ではDELETED DATA MARK(CRCジェネレータをプリセットする)
$F9_H$ FA_H	$F9_H$ FA_H	$C7_H$	CRCジェネレータをプリセットする
FB_H	FB_H	$C7_H$	DATA MARK(CRCジェネレータをプリセットする)
FC_H	FC_H	$D7_H$	INDEX MARK(CRCジェネレータをプリセットする)
FD_H	FD_H	FF_H	普通のデータ
FE_H	FE_H	$C7_H$	ID ADDRESS MARK(CRCジェネレータをプリセットする)
FF_H	FF_H	FF_H	普通のデータ

注) FM方式の場合，普通のデータのクロックパターンは「FF_H」である。

表 9-15　IBM タイプ 5.25 インチフォーマット

1セクタ当たりの容量	GAP0	Sync	INDEX MARK		GAP1	各セクタのフォーマット	GAP4
256 バイト	$4E_H \times 80$	$00_H \times 12$	$(C2_H) \times 3$	$FC_H \times 1$	$4E_H \times 50$	①×16	$4E_H \times 152$
512 バイト						②×9	$4E_H \times 132$
1024 バイト						③×5	$4E_H \times 94$
実際のデータ	同　上	同　上	$F6_H \times 3$	同　上	同　上	表9-13の下の部分を見よ	同　上

そこで，どどーんとディスクをフォーマットするプログラムが**リスト 9-9** である（注釈を見ると turbo BASIC だということが分かるが，実際は turbo BASIC では動かないので注意)。1000〜1170 行は例の機械語部分（リスト 9-5 の 100〜270 行）をリナンバーしたものである。二，三説明すると，まずこのプログラムは CZ-8FB01 でなければ動かない。それから 1340〜1380 行は，USR0 を実行してエラーが起きた場合に 5 回まで試してみるためのものである。このプログラム（機械語部分）だと，どうもタイミングがいまいちらしく，変数 STAT に返ってくるステータスがたまに「2」になってしまう。これは「DATA REQUEST だけ」ということなのだ。「BUSY」にはなっていないのである。困ったものだ。しかし，たまにだけだから許すことにしたのである。次に 1860〜1900 行であるが，これはシリンダ番号，サイド番号，セクタ番号，セクタ容量，のメモリへの書き込みを行なっている。データに対応するアドレスはサブルーチン〝MF-SUB〟によって配列 VAR（〜）に入れられてあるのだ。RUN すると，ドライブ〝1：〟に入っているディスクを，のんびりとフォーマットする。各トラック（片面）ごとにステータスを表示し，0 でなかったら数度（5 回まで）リトライするようになっている。

リスト 9-9　ディスクフォーマットプログラム(turbo BASIC では動かない)

```
1000 CLEAR &HC000
1010 MEM$(&HDF00,16)=HEXCHR$("D5 1A 13 D5 21 1A DF 16 00 87 5F 19 5E 23 56 EB")
1020 MEM$(&HDF10,16)=HEXCHR$("D1 F3 CD 19 DF FB D1 12 C9 E9 32 DF 3C DF 55 DF")
1030 MEM$(&HDF20,16)=HEXCHR$("55 DF 55 DF 5F DF 84 DF 5F DF 5F DF 84 DF BC DF")
1040 MEM$(&HDF30,16)=HEXCHR$("C6 DF 1A 01 F8 0F ED 79 CD D2 DF C9 EB 7E 23 56")
1050 MEM$(&HDF40,16)=HEXCHR$("23 5E 01 F9 0F ED 59 01 FB 0F ED 51 01 F8 0F ED")
1060 MEM$(&HDF50,16)=HEXCHR$("79 CD D2 DF C9 1A 01 F8 0F ED 79 CD D2 DF C9 CD")
1070 MEM$(&HDF60,16)=HEXCHR$("EA DF 01 F8 0F D9 01 FB 0F 2A FE DF D9 ED 79 CD")
1080 MEM$(&HDF70,16)=HEXCHR$("E4 DF ED 78 0F 30 0B 0F 30 F8 D9 ED 78 77 23 D9")
1090 MEM$(&HDF80,16)=HEXCHR$("18 F0 07 C9 CD EA DF 01 F8 0F D9 01 FB 0F 2A FE")
1100 MEM$(&HDF90,16)=HEXCHR$("DF D9 1E 00 16 02 ED 79 ED 78 A2 C2 A4 DF 1D C2")
1110 MEM$(&HDFA0,16)=HEXCHR$("98 DF 18 06 D9 7E ED 79 23 D9 ED 78 0F 30 0B 0F")
1120 MEM$(&HDFB0,16)=HEXCHR$("30 F8 D9 7E ED 79 23 D9 18 F0 07 C9 1A 01 F8 0F")
1130 MEM$(&HDFC0,16)=HEXCHR$("ED 79 CD D2 DF C9 1A 01 FC 0F ED 79 B7 F0 CD D2")
1140 MEM$(&HDFD0,16)=HEXCHR$("DF C9 C5 06 20 10 FE 01 F8 0F ED 78 4F E6 81 20")
1150 MEM$(&HDFE0,16)=HEXCHR$("F6 79 C1 C9 3E 07 3D 20 FD C9 EB 7E 23 56 01 FA")
1160 MEM$(&HDFF0,16)=HEXCHR$("0F ED 51 F5 CD D2 DF F1 C9 00 00 00 00 00 00 E0")
1170 DEFUSR0=&HDF00
1180 DEFINT A-Z:DIM VAR(40),SQ(40)
1190 DN=1                 :'ドライブ番号
1200 AD=&HE000            :'フォーマット用データのアドレス
1210 PRINT"MAKING DATA":GOSUB"MAKE-FORMAT":'フォーマット用データを作る
1220 '
1230 DUMMY=INP(&HFFF)                    :'2D,2DDモードにする
1240 OUT &HFFC,&H80+DN:GOSUB"WNBSY"      :'モーターON
1250 OUT &HFF8,&H0 :GOSUB"WNBSY"         :'リストア
1260 OLDTR=0
1270 RESTORE"TYPE":READ SECTORTYPE
1280 '
1290 FOR CYLINDER=0 TO 39
1300   GOSUB"SEEK":OLDTR=CYLINDER:'SEEK
1310   FOR SIDE=0 TO 1
1320     OUT &HFFC,&H80 OR DN OR SIDE*&H10        :'裏表の設定
```

```
1330      GOSUB"SET-FORMAT"
1340      TRY=0
1350      IF TRY>5 THEN BEEP:PRINT:PRINT"ERROR":GOTO 1430
1360      GOSUB"WTR"                              :'WRITE TRACK
1370      PRINT STAT;":";                         :'PRINT STATUS
1380      IF STAT<>0 THEN TRY=TRY+1:GOTO1350       :'RETRY
1390    NEXT
1400 NEXT
1410 'DMA$=HEXCHR$("83"):GOSUB"SETDMA"
1420 PAUSE 1
1430 OUT &HFFC,&H3 AND DN:'モーターOFF
1440 DUMMY=INP(&HFFF)                   :'2D,2DDモードにする
1450 END
1460 '
1470 LABEL"SEEK"
1480 OUT &HFFB,CYLINDER  :'データレジスタ
1490 OUT &HFF9,OLDTR     :'トラックレジスタ
1500 OUT &HFF8,&H10      :'シークコマンド
1510 GOSUB"WNBSY"
1520 RETURN
1530 '
1540 LABEL"WNBSY"
1550 CT=0
1560 IF CT>1000 THEN PRINT"DISK?":GOTO 1410
1570 IF INP(&HFF8) AND &H81 THEN CT=CT+1:GOTO 1560
1580 RETURN
1590 '
1600 LABEL"SETDMA"
1610 FORI=1TOLEN(DMA$):OUT &H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
1620 RETURN
1630 '
1640 LABEL"WTR"
1650 D2$=USR0(CHR$(9,&HF0,1)):STAT=ASC(D2$):RETURN
1660 DMA$=HEXCHR$("83 79 00 C0 AF 28 14 28 8D FB 0F 92 CF 05 CF 87")
1670 GOSUB"SETDMA"
1680 OUT &HFF8,&HF0      :'ライトトラックコマンド
1690 S=INP(&HFF8):IF S AND 1 THEN 1690
1700 STAT=S:RETURN
1710 '
1720 LABEL"MAKE-FORMAT"
1730 VAR(0)=0:'CLEAR COUNTERS
1740 RESTORE"GAP1":GOSUB"MF-SUB"      :'MAKE GAP1
1750 RESTORE"TOTAL SECTOR":READ TSEC :'HOW MANY SECTORS ?
1760 FOR SECT=1 TO TSEC
1770   RESTORE"SECTOR":GOSUB"MF-SUB" :'MAKE SECTOR FORMAT
1780 NEXT
1790 RESTORE"GAP4":GOSUB"MF-SUB"      :'MAKE GAP4
1800 RESTORE"SQUE"
1810 FOR SECT=1 TO TSEC
1820   READ SQ(SECT)
1830 NEXT
1840 RETURN
1850 '
1860 LABEL"SET-FORMAT":'SET ID FIELD
1870 FOR P=1 TO VAR(0)
1880   MEM$(VAR(P),4)=CHR$(CYLINDER,SIDE,SQ(P),SECTORTYPE)
1890 NEXT
1900 RETURN
1910 '
1920 LABEL"MF-SUB"
1930 READ C:IF C=0 THEN RETURN:' n Byte,DATA ﾉ ｹｲｼｷ
1940 READ D$:IF D$<>"!" THEN D=VAL(D$):GOTO 1970
1950 '!..MEANS "VARIABLE DATA"
1960 VAR(0)=VAR(0)+1:VAR(VAR(0))=AD:D=99:'INC COUNTER, STORE ADDRESS
1970 IF C<256 THEN MEM$(AD,C)=STRING$(C,D):AD=AD+C:GOTO1930
1980 MEM$(AD,255)=STRING$(255,D):AD=AD+255:C=C-255:GOTO1970
1990 '
2000 LABEL"GAP1"
2010 DATA 32,&H4E,0
2020 LABEL"SECTOR"
2030 DATA 12,0,3,&HF5,1,&HFE,4,!
2040 DATA 1,&HF7,22,&H4E,12,0,3,&HF5,1,&HFB,256,&HE5,1,&HF7,54,&H4E,0
2050 LABEL"GAP4"      :'                        ^              ^
2060 DATA 266,&H4E,0  :'<-!!!                  !!!            !!!
2070 LABEL"TOTAL SECTOR"
2080 DATA 16          :'<-!!!
2090 LABEL"SQUE"
2100 DATA 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
2110 LABEL"TYPE"
2120 DATA 1           :'<-!!! 1 SECTOR 256 Byte つぅことでんがな
```

さて，このプログラムは実にその筋なので，2000 行から後を**リスト 9-10** と替えると，なんと 1 セクタ 512 バイトのフォーマットとなるのである。さらには**リスト 9-11** に替えると，1 セクタが 1024 バイトになってしまうのだ。ディスク 1 枚で 400K バイトだぞ。さらに追い撃ちだっ。3 インチドライブや X1 turbo などのドライブ (CZ-800F/801F 以外) だとヘッドは第 42 シリンダまで動くから，1290 行の「39」を「42」にするとディスク 1 枚で 430 K バイトだだだだだっ！　持ってけドロボーなのである。これは「オーバートラック」と呼ばれる**ヒネリ技である。**もちろん第 40 シリンダ以降の書き込み，および書き込まれたデータには，シャープ株式会社は何の保証もしない「その筋トラック」であるから覚悟して使うように。

リスト 9-10　ディスクフォーマットプログラム　1 セクター＝512 バイト用変更点

```
2000 LABEL"GAP1"
2010 DATA 32,&H4E,0
2020 LABEL"SECTOR"
2030 DATA 12,0,3,&HF5,1,&HFE,4,!
2040 DATA 1,&HF7,22,&H4E,12,0,3,&HF5,1,&HFB,512,&HE5,1,&HF7,84,&H4E,0
2050 LABEL"GAP4"        :'                               ^               ^
2060 DATA 296,&H4E,0   :'<-!!!                          !!!             !!!
2070 LABEL"TOTAL SECTOR"
2080 DATA 9            :'<-!!!
2090 LABEL"SQUE"
2100 DATA 1,2,3,4,5,6,7,8,9
2110 LABEL"TYPE"
2120 DATA 2            :'<-!!! 1 SECTOR 512 Byte つぅことでんがな
```

リスト 9-11　ディスクフォーマットプログラム　1 セクター＝1024 バイト用変更点

```
2000 LABEL"GAP1"
2010 DATA 32,&H4E,0
2020 LABEL"SECTOR"
2030 DATA 12,0,3,&HF5,1,&HFE,4,!
2040 DATA 1,&HF7,22,&H4E,12,0,3,&HF5,1,&HFB,1024,&HE5,1,&HF7,116,&H4E,0
2050 LABEL"GAP4"        :'                              ^                ^
2060 DATA 208,&H4E,0   :'<-!!!                         !!!              !!!
2070 LABEL"TOTAL SECTOR"
2080 DATA 5            :'<-!!!
2090 LABEL"SQUE"
2100 DATA 1,2,3,4,5
2110 LABEL"TYPE"
2120 DATA 3            :'<-!!! 1 SECTOR 1024 Byte つぅことでんがな
```

なお，このプログラムには仕掛けがしてあるので，turbo の場合は少々変更すると DMA を使ったディスクフォーマットルーチンになる。それについてはまた後程。

次に**リスト 9-12，9-13** である。これは G-RAM ↔ディスク間の直接読み書きルーチンなのだ。リスト 9-12 では，書き込みルーチンがなかなか味わい深い。この部分では，DATA REQUEST 信号に素早く応答できるように A′ (裏レジスタ) に，次に書き込むべきデータを用意してあるのだ。タイミングが難しいケースにおける，いわゆる一つの解決例になっている。

リスト 9-12　G-RAM↔ディスク直接 R/W プログラム

```
                                    .Z80
                                    .PHASE   0DD00H
                              ;
 0FF8                         CR       EQU      0FF8H    ;COMMAND REG.
 0FF8                         STR      EQU      0FF8H    ;STAT. REG.
 0FF9                         TR       EQU      0FF9H    ;TRACK REG.
 0FFA                         SCR      EQU      0FFAH    ;SECTOR REG.
 0FFB                         DR       EQU      0FFBH    ;DATA REG.
 0FFC                         MSDR     EQU      0FFCH    ;MOTOR,SIDE,DRIVE# SELEC
T
                              ;
 DD00    D5                   START:   PUSH     DE
 DD01    DD E1                         POP      IX                ;IX=DE
 DD03    DD 66 01                      LD       H,(IX+1)          ;H=COMMAND
 DD06    DD 6E 02                      LD       L,(IX+2)          ;L=SECTOR#
 DD09    16 FB                         LD       D,LOW(DR)
 DD0B    1E F8                         LD       E,LOW(STR)
 DD0D    D9                            EXX
 DD0E    DD 4E 04                      LD       C,(IX+4)
 DD11    DD 46 05                      LD       B,(IX+5)          ;BUFF ADD.
 DD14    ED 78                         IN       A,(C)    ;GET FIRST 1 Byte
 DD16    08                            EX       AF,AF'   ;A'=FIRST DATA
 DD17    D9                            EXX
 DD18    DD 7E 00                      LD       A,(IX+0)          ;GET 'R' or 'W'
 DD1B    F3                            DI
                              ;
 DD1C    FE 52                         CP       'R'
 DD1E    28 0A                         JR       Z,READD
                              ;
 DD20    FE 57                         CP       'W'
 DD22    28 2C                         JR       Z,WRITD
                              ;
 DD24    DD 36 00 FF                   LD       (IX+0),0FFH       ;SET ERROR
 DD28    FB                            EI
 DD29    C9                            RET
                              ;
 DD2A                         READD:
 DD2A    CD DD77              RAGAIN:  CALL     SETFDC   ;SET SCT#,COM.
                              ;
 DD2D    ED 78                RED1:    IN       A,(C)    ;GET STATUS
 DD2F    0F                            RRCA              ;CHECK BUSY
 DD30    30 0E                         JR       NC,RED2  ;END READ
 DD32    0F                            RRCA              ;CHECK DATA REQ.
 DD33    30 F8                         JR       NC,RED1  ;NO REQ.
                              ;
 DD35    4A                            LD       C,D      ;BC=DR
 DD36    ED 78                         IN       A,(C)    ;READ DATA
 DD38    D9                            EXX
 DD39    ED 79                         OUT      (C),A    ;STORE DATA
 DD3B    03                            INC      BC       ;NEXT ADD.
 DD3C    D9                            EXX
 DD3D    4B                            LD       C,E      ;BC=STR
 DD3E    18 ED                         JR       RED1
                              ;
 DD40    07                   RED2:    RLCA              ;BACK STAT
 DD41    DD 77 00                      LD       (IX+0),A          ;STORE STAT
 DD44    E6 9F                         AND      9FH      ;CHECK ERROR
 DD46    20 06                         JR       NZ,RED3  ;QUIT READ
 DD48    2C                            INC      L        ;IX+2=SCTNO
 DD49    DD 35 03                      DEC      (IX+3)   ;IX+3=COUNT
 DD4C    20 DC                         JR       NZ,RAGAIN
 DD4E    FB                   RED3:    EI
 DD4F    C9                            RET
                              ;
 DD50                         WRITD:
 DD50    CD DD77              WAGAIN:  CALL     SETFDC   ;SET SCT#,COM.
                              ;
 DD53    ED 78                WRT1:    IN       A,(C)
 DD55    0F                            RRCA              ;CHECK BUSY
 DD56    30 10                         JR       NC,WRT2  ;END WRITE
 DD58    0F                            RRCA              ;CHECK DATA REQ.
 DD59    30 F8                         JR       NC,WRT1  ;NO REQ.
                              ;
 DD5B    4A                            LD       C,D      ;BC=DR
 DD5C    08                            EX       AF,AF'   ;A'=DATA
 DD5D    ED 79                         OUT      (C),A    ;WRITE DATA
 DD5F    D9                            EXX
 DD60    03                            INC      BC       ;INC ADD.
 DD61    ED 78                         IN       A,(C)    ;GET NEXT DATA
```

```
DD63      08                      EX      AF,AF'    ;A'=NEXT DATA
DD64      D9                      EXX
DD65      4B                      LD      C,E       ;BC=DR
DD66      18 EB                   JR      WRT1
                         ;
DD68      07             WRT2:    RLCA              ;BACK STAT
DD69      DD 77 00                LD      (IX+0),A        ;STORE STAT
DD6C      B7                      OR      A         ;CHECK ERROR
DD6D      20 06                   JR      NZ,WRT3   ;ERROR THEN END
DD6F      2C                      INC     L         ;IX+2=SCTNO
DD70      DD 35 03                DEC     (IX+3)    ;IX+3=COUNT
DD73      20 DB                   JR      NZ,WAGAIN
DD75      FB             WRT3:    EI
DD76      C9                      RET
                         ;
DD77      7D             SETFDC:  LD      A,L       ;IX+2=SCTNO
DD78      01 0FFA                 LD      BC,SCR
DD7B      ED 79                   OUT     (C),A
DD7D      01 0FF8                 LD      BC,CR     ;CR=STR
DD80      ED 61                   OUT     (C),H
DD82      3E 07                   LD      A,7
DD84      3D             WAIT:    DEC     A
DD85      20 FD                   JR      NZ,WAIT
DD87      C9                      RET
                         ;
                                  END
```

リスト 9-13　G-RAM↔ディスク直接転送プログラム

```
270 '100 - 270 ｷﾞｮｳ ﾊ ﾘｽﾄ9-6 ﾉﾓﾉｦ ﾂｶｳﾉﾃﾞｱﾙ
280 CLEAR &HDD00
290 MEM$(&HDD00,16)=HEXCHR$("D5 DD E1 DD 66 01 DD 6E 02 16 FB 1E F8 D9 DD 4E")
300 MEM$(&HDD10,16)=HEXCHR$("04 DD 46 05 ED 78 08 D9 DD 7E 00 F3 FE 52 28 0A")
310 MEM$(&HDD20,16)=HEXCHR$("FE 57 28 2C DD 36 00 FF FB C9 CD 77 DD ED 78 0F")
320 MEM$(&HDD30,16)=HEXCHR$("30 0E 0F 30 F8 4A ED 78 D9 ED 79 03 D9 4B 18 ED")
330 MEM$(&HDD40,16)=HEXCHR$("07 DD 77 00 E6 9F 20 06 2C DD 35 03 20 DC FB C9")
340 MEM$(&HDD50,16)=HEXCHR$("CD 77 DD ED 78 0F 30 10 0F 30 F8 4A 08 ED 79 D9")
350 MEM$(&HDD60,16)=HEXCHR$("03 ED 78 08 D9 4B 18 EB 07 DD 77 00 B7 20 06 2C")
360 MEM$(&HDD70,16)=HEXCHR$("DD 35 03 20 DB FB C9 7D 01 FA 0F ED 79 01 F8 0F")
370 MEM$(&HDD80,16)=HEXCHR$("ED 61 3E 07 3D 20 FD C9 00 00 00 00 00 00 00 00")
380 DEFUSR2=&HDD00
390 '
400 GOSUB"GSMPL"
410   D$=USR0(CHR$(11,&H81))      :'MOTOR ON
420   D$=USR0(CHR$(0,&H2))        :'RESTORE
430   TR0=0:FTR=0:FSCT=1:COM$="W"+CHR$(&HA0):HI=&H40
440   SCT=256:SPT=16
450   GOSUB"R/W"
460 '
470 BEEP:CLS4
480   D$=USR0(CHR$(0,&H2))        :'RESTORE
490   TR0=0:FTR=0:FSCT=1:COM$="R"+CHR$(&H80):HI=&H40
500   SCT=256:SPT=16
510   GOSUB"R/W"
520   D$=USR0(CHR$(11,&H1))       :'MOTOR OFF
530 END
540 '
550 LABEL"R/W":'GIVE ME TR0,FTR,FSCT,COM$,HI,SCT,SPT
560 TR=FTR:SABA=FSCT:PLUS=SCT*SPT/256
570    FOR SIDE=0 TO 1
580      D$=USR0(CHR$(11,&H81+SIDE*16))          :'MOTOR ON
590      D$=USR0(CHR$(1,&H1E,TR,TR0)):TR0=TR     :'SEEK
600      IF HI+PLUS>=&H100 THEN P=(&H100-HI)/(SCT/256) ELSE P=SPT
610      IF SABA<>1 THEN P=P-SABA
620      D$=USR2(COM$+CHR$(SABA,P,0,HI)):SABA=1
630      PRINT ASC(D$),SABA,P,HEX$(HI)
640      HI=HI+P*(SCT/256):IF HI>=&H100 THEN RETURN
650    NEXT
660  TR=TR+1:GOTO570
670 '
680 LABEL"GSMPL"
690 CLS4:INIT
700 FOR I=0 TO 10:X1=INT(RND(1)*640):Y1=INT(RND(1)*200):C=INT(RND(1)*7)+1
710 LINE(X,Y)-(X1,Y1),XOR,C:X=X1:Y=Y1
720 NEXT:RETURN
```

リスト 9-13が応用例だが，G-RAM ↔ FD の機械語ルーチン，USR2 の呼び方は，

USR2（{"R" / "W"}+CHR$（コマンド，先頭セクタ，セクタ数，アドレス下位，アドレス上位））

である。アドレスとはデータの始まる G-RAM のアドレスである。このアドレスは，グラフィック全画面のセーブ/ロードなどでは頻繁に変化するものなので，POKE 文を使いたくなかったのだ。その見返りとして暴走しやすくなっているから，充分に楽しんでいただきたい。プログラムでは 680 行からのサブルーチンででたらめな折れ線を引き，その後フロッピーディスクにセーブ，画面クリア，G-RAM へのロードを行なっている。興味があったので，シークも含めてすべてを機械語で組んでみたところ(載せないよーだ)，理論的限界に達していることが判明した。すなわち，1 周分の 16 セクタを読み書きするには 0.2 秒が必要だから，全画面をセーブ/ロードするにはシーク時間を入れなくても，どうしても 2.4 秒以上かかるのである。大体において，その程度の時間で読めているから，それ以上のことをするにはリスト 9-10， 9-11 などを使って 1 トラック当たりの容量を増やすなどしなければならない。1 セクタ 1024 バイトのフォーマットならば， 5 シリンダ（50K バイト）で済むから，全画面ロード/セーブはシーク時間を入れずに 2 秒が限界になる（しかもシークが 1 回少なくて済む)。FDC の楽しみはこのようにして深く，広くなっていくのであった。

TYPE Ⅳ

X1 の場合はコマンドの打ち切り機能だけである。

そしてDMAである

ここから先では DMA が必要なので，turbo/turboZ ユーザーだけに意味がある。

さて，2D，2DD のディスクを扱うのならば DMA がなくとも子は育つのだが，2HD となるとそうはいかない。データの転送速度が 2 倍になるので，CPU でシャコシャコとデータを送っていたならば間に合わなくなってしまうのである。そこで DMA を使ったディスクアクセスへと向かうわけである。ちなみに，リスト 9-4 の DMA を使わずにディスクアクセスするプログラムで試したところ，やはりしっかりと「LOST　DATA エラー」が起きてしまった。そのよーなわけであるから，やはり DMA はただ者ではないのである。

Z は別だが，turbo ユーザーで 2HD を持っている人はあまりいないであろう。しかしご安心。DMA を使ってのディスクアクセスは，2HD ばかりではないのである。すなわち，

2D，2DD でもできるのだ。

その場合のメリットは，

1） プログラムが短くなる
2） 恐ろしいことに，**オール BASIC** で書けてしまう

という 2 点である。念のために言っておくと，当たり前のことだが，2D，2DD では DMA を使っても使わなくても，ディスクの回転速度は変わらないのであるから，基本的にリード/ライトの速さは変わらない。

ところで CZ-520F や turboIII，Z の内蔵ドライブなどの 2D，2DD，2HD 兼用タイプのドライブを使ううえで大事な注意点がある。

それは，それらのドライブは 2D の書き込みはできるが，書き込みをしたならば他の 2D 専用のドライブでの読み込みは保証されないということである（2DD は問題ない）。

具体的に言うと，たとえばスイッチを切り換えて 2D モードにする。その状態で，ディスク（もちろん 2D のフォーマットになっている）に何かを書いたとする。そのディスクをそのタイプのドライブで読む分にはなんの問題もないのだが，他の 2D 専用のドライブ（X1G，turbo，turboII の内蔵ドライブ，CZ-800F，801F，502F など）に差し替えたとすると，リードエラーが起きる可能性があるのだ。もの好きな私であるから早速試したのだが，turbo の内蔵ドライブでは 34 番トラックあたりまではよかったのだが 35 番トラックでリードエラーが起きてしまった。ところがどっこい CZ-800F ではすんなりと読めてしまったのである。そのよーな状況であるから，注意していただきたい。なお，この点は他機種のドライブにおいても状況は同じだそうである。

なお，知っている人は知っていると思うが，2HD ではディスクの回転速度が毎分 360 回（＝毎秒 6 回）であり，2D，2DD では毎分 300 回（＝毎秒 5 回）である。すなわち 2D，2DD，2HD 兼用タイプのドライブは，動作モードによって回転速度が自動的に変わるのである。

脱線である

ここで一言断っておく。**今発見したところ**なのだが，turbo，turbo II などでは，ノーマルの 2D 専用ドライブで（つまり 2HD を扱えないドライブで）5 インチの単密度（FM 方式）が使えるようなのである（つまり 5 インチの 2S というフォーマット）。私は今まで 2S も 1S も見たことがないし，読者もほとんどの方が見たことがないであろう（AppleII は 1S に近いそうだが，ちょっと違う）。そのよーなわけで，以後の文中ではこのフォーマットは無視する。なにせすでに死に絶えてしまったフォーマットであるから，使い道はないのである。製造元のシャープでも 2S については何も保証しないだろうと思われる。

本題である

X1 の 5 インチ 2HD の物理フォーマットには X1 フォーマットと標準フォーマットの 2 種類がある。X1 フォーマットとは全部 MFM で，77 シリンダ，2 サイド，各サイドには 77 トラックあり，1 トラックには 26 セクタあり，セクタの容量は 256 バイトの（ああ面倒臭い）フォーマットである。標準フォーマットとは，IBM フォーマット（8 インチ）と同じフォーマットで，第 0 シリンダのサイド 0 が単密度になっているものである。

というわけで，ここではX1フォーマットを基本として話を進める。まずは**リスト9-14**である。これはリスト9-5に相当するものである。つまり，FDCのMB8877/8876のコマンドをすべて実行できるようにしてある。BASICはturbo BASIC(CZ-8FB02)を使っていただきたい。使い方は四つの変数，TR，OLDTR，SCT，CMDに必要な値を入れてGOSUBするのである。実行に当たっては，打ち込みミスがあると悲惨なことになるので，壊れては困るファイルが入っているディスクは，すべてのドライブから抜いておくこと。また一度このプログラムを走らせた後に，LOAD，SAVEを行なうときには，まずはFILESを実行していただきたい。もしディスク周りのモードがおかしくなっていたなら，変なものが表示されるから，そのときはディスクアクセスは**すべきではない**。そして，素直にIPLをかけて，バグ捜しとなる。DMAがその筋すると電源を落とさなければならない場合もあるので心得ていただきたい。なお，1020行と1150行に「CMD＝－1」という理不尽な式があるが，これはただの縁起ものと考えていただきたい。バッファ用のデータ領域は$C000_H$～を使っている。リードトラックを実行すると，$E8B0_H$あたりまで使うことになるので，まだ4Kバイトほど余裕がある。では1190行から始まるサブルーチンを順に解説する。

● 〝SET HD〟

2HDのMFMモードにする。正確には，1200行で2HDモードにし，1210行でMFMモードにしている。2HDとはいっても，MFM（倍密度）とFM（単密度）の2種類があるのだ。

● 〝SET LD〟

2D，2DDモードにする。

● 〝SET FM〟

2HDのFMモード（単密度）にする。

● 〝MOTOR〟

ドライブのモーターのON/OFF，サイドの選択をする。

● 〝RESTORE〟

第0トラックへシークする（ヘッドを移動する)。

● 〝SEEK〟

ヘッドを移動する。始まりのトラック番号はOLDTR，行き先のトラック番号はTRである。

● 〝STEP〟

直前に動いた方向に，もう1トラック分シークする。

● 〝STEP IN〟

内側（トラック番号が増える方向）に1トラック分シークする。

● 〝STEP OUT〟

外側（トラック番号が減る方向）に1トラック分シークする。

● 〝READ DATA〟

SCTで指定された番号のセクタを$C000_H$からに読み出す。

さて，ここで初めてDMAの登場である。DMAに対するコントロール内容は1700行に

あるとおり。すなわち，

83_H＝WR6 で DMA 停止の意味。

$7D_H$＝WR0 で動作は転送で，方向はポート A →ポート B を指定。次にポート A の開始アドレスとブロック長が来る。

FB_H，$0F_H$＝FDC のデータレジスタの I/O アドレス。

FF_H，00_H＝ブロック長(DMA の都合により－1しておく)。1セクタが 256 バイトだからこうなる。

$2C_H$＝WR1 でポート A はアドレスが固定で，I/O であることを指定。

10_H＝WR2でポートBはアドレスがインクリメント（増加）でメモリであることを指定。

80_H＝WR3 で特に何もしてない。

$8D_H$＝WR4 でバイトモードを指定。次にポート B の開始アドレスが来る。

00_H，$C0_H$＝メモリのデータ領域（バッファ）のアドレス。

92_H＝WR5 で CE/WAIT をマルチプレクス，またレディの極性は Low。

CF_H＝WR6 でロードコマンド。

87_H＝WR6 で DMA イネーブル。

以上のように DMA を設定してやると，DMA は FDC からのレディ信号を待つ状態になる。そこで FDC にリードコマンドを送ってやると，その後 FDC と DMA の間で**勝手に**データの転送をしてくれる。DMA はバイトモードであるから，転送する間を縫って CPU が動作している。データリードが終わったかどうかは，CPU が FDC のステータスレジスタを見張って，BUSY でなくなったかで判断する。終わったならば DMA に 83_Hを送って動作を停止させておく。

●〝WRITE DATA〞

SCT で指定された番号のセクタに $C000_H$からのデータを書き込む。

DMA に対するコントロール内容は，

83_H＝WR6 で DMA 停止の意味。

79_H＝WR0 で動作は転送で，方向はポート B →ポート A を指定(後でポート A →ポート B にひっくり返す)。次にポート A の開始アドレスとブロック長が来る。

00_H，$C0_H$＝データ領域のアドレス。

FF_H，00_H＝ブロック長(DMA の都合により－1しておく)。1セクタが 256 バイトだからこうなる。

14_H＝WR1 でポート A はアドレスがインクリメント（増加）で，メモリであることを指定。

28_H＝WR2 でポート B はアドレスが固定で I/O であることを指定。

80_H＝WR3 で特に何もしてない。

$8D_H$＝WR4 でバイトモードを指定。次にポート B の開始アドレスが来る。

FB_H，$0F_H$＝FDC のデータレジスタの I/O アドレス。

92_H＝WR5 で $\overline{CE}/\overline{WAIT}$ をマルチプレクス，またレディの極性は Low。

CF_H＝WR6 で，ロードコマンド。これにより**今のところ2バイト目の 79_Hでソース側**

に指定されているポートBに開始アドレス(0FFB$_H$)がロードされる。これを怠ると正常に動作しない。

05$_H$=WR0でポートA→ポートBに転送方向を指定し直している。

CF$_H$=WR6でもう一度ロードコマンド。

87$_H$=WR6でDMAイネーブル。

以上の設定の後にFDCにデータライトコマンドを送ってやると，DMAとFDCが勝手に書き込みをやってくれる。そのほかは〝READ DATA〟と同じ。

- 〝READ ID〟

ブロック長が6バイトになったこと以外は〝READ DATA〟と同じ(リスト中では－1して05$_H$，00$_H$となっている)。

- 〝READ TRACK〟

ブロック長が6.25Kバイトになったこと以外は〝READ DATA〟と同じ。

- 〝WRITE　TRACK〟

ブロック長が6.25Kバイトになったこと以外は〝WRITE DATA〟と同じ。

- 〝FORCE INT〟

FDCにコマンドを送るだけ。

このよーにしてDMAを使ったディスクアクセスはオールBASICしてしまうのであった。リスト 9-14 ではCZ-520Fをドライブ2，3とした場合を考えている。1020行をGOSUB 〝SET LD〟 にし，1030行などで，〝MOTOR〟に与えるコマンド(CMD)を&H81などにすると内蔵のドライブ1にDMAを使ってアクセスできる。

リスト 9-14　DMA でディスクアクセス

```
1000 CLEAR &HC000
1010 'TR,OLDTR,SCT,CMD
1020                    CMD=-1   :GOSUB"SET HD"      :GOSUB"ER?"
1030                    CMD=&H82:GOSUB"MOTOR"        :GOSUB"ER?"
1040                    CMD=&H0  :GOSUB"RESTORE"     :GOSUB"ER?"
1050 'TR=1 :OLDTR=0 :CMD=&H1C:GOSUB"SEEK"           :GOSUB"ER?"
1060 '                  CMD=&H38:GOSUB"STEP"         :GOSUB"ER?"
1070 '                  CMD=&H58:GOSUB"STEP IN"      :GOSUB"ER?"
1080 '                  CMD=&H78:GOSUB"STEP OUT"     :GOSUB"ER?"
1090  SCT=1            :CMD=&H80:GOSUB"READ DATA"    :GOSUB"ER?"
1100  SCT=1            :CMD=&HA0:GOSUB"WRITE DATA"   :GOSUB"ER?"
1110 '                  CMD=&HC0:GOSUB"READ ID"      :GOSUB"ER?"
1120 '                  CMD=&HE0:GOSUB"READ TRACK"   :GOSUB"ER?"
1130 '                  CMD=&HF0:GOSUB"WRITE TRACK":GOSUB"ER?"
1140 '                  CMD=&HD0:GOSUB"FORCE INT"    :GOSUB"ER?"
1150                    CMD=-1   :GOSUB"SET LD"      :GOSUB"ER?"
1160                    CMD=&H2  :GOSUB"MOTOR"       :GOSUB"ER?"
1170 END
1180 '
1190 LABEL"SET HD"
1200   DUMMY=INP(&HFFE)   :'2HD MODE
1210   DUMMY=INP(&HFFD)   :'MFM MODE
1220   STAT=0
1230 RETURN
1240 '
1250 LABEL"SET LD"
1260   DUMMY=INP(&HFFF)   :'2D/2DD MODE
1270   DUMMY=INP(&HFFD)   :'MFM MODE
1280   STAT=0
1290 RETURN
1300 '
1310 LABEL"SET FM"
1320   DUMMY=INP(&HFFE)   :'2HD MODE
```

```
1330   DUMMY=INP(&HFFC)  :'FM MODE
1340   STAT=0
1350 RETURN
1360 '
1370 LABEL"MOTOR"
1380   OUT &HFFC,CMD
1390   IF CMD AND &H80 THEN GOSUB"WNBSY"
1400 RETURN
1410 '
1420 LABEL"RESTORE"
1430   OUT &HFF8,CMD
1440   GOSUB"WNBSY"
1450 RETURN
1460 '
1470 LABEL"SEEK"
1480   OUT &HFFB,TR      :'DATA REG. (目的のシリンダ番号)
1490   OUT &HFF9,OLDTR   :'TRACK REG.(現在のシリンダ番号)
1500   OUT &HFF8,CMD
1510   GOSUB"WNBSY"
1520 RETURN
1530 '
1540 LABEL"STEP"
1550   OUT &HFF8,CMD
1560   GOSUB"WNBSY"
1570 RETURN
1580 '
1590 LABEL"STEP IN"
1600   OUT &HFF8,CMD
1610   GOSUB"WNBSY"
1620 RETURN
1630 '
1640 LABEL"STEP OUT"
1650   OUT &HFF8,CMD
1660   GOSUB"WNBSY"
1670 RETURN
1680 '
1690 LABEL"READ DATA"
1700   DMA$=HEXCHR$("83 7D FB 0F FF 00 2C 10 80 8D 00 C0 92 CF 87")
1710   GOSUB"SETDMA"
1720   OUT &HFFA,SCT     :'SECTOR REG.
1730   OUT &HFF8,CMD
1740   GOSUB"WNBSY"
1750   GOSUB"RESETDMA"
1760 RETURN
1770 '
1780 LABEL"WRITE DATA"
1790   DMA$=HEXCHR$("83 79 00 C0 FF 00 14 28 80 8D FB 0F 92 CF 05 CF 87")
1800   GOSUB"SETDMA"
1810   OUT &HFF8,CMD
1820   GOSUB"WNBSY"
1830   GOSUB"RESETDMA"
1840 RETURN
1850 '
1860 LABEL"READ ID"
1870   DMA$=HEXCHR$("83 7D FB 0F 06 00 2C 10 80 8D 00 C0 92 CF 87")
1880   GOSUB"SETDMA"
1890   OUT &HFF8,CMD
1900   GOSUB"WNBSY"
1910   GOSUB"RESETDMA"
1920 RETURN
1930 '
1940 LABEL"READ TRACK"
1950   DMA$=HEXCHR$("83 7D FB 0F AF 28 2C 10 80 8D 00 C0 92 CF 87")
1960   GOSUB"SETDMA"
1970   OUT &HFF8,CMD
1980   GOSUB"WNBSY"
1990   GOSUB"RESETDMA"
2000 RETURN
2010 '
2020 LABEL"WRITE TRACK"
2030   DMA$=HEXCHR$("83 79 00 C0 AF 28 14 28 80 8D FB 0F 92 CF 05 CF 87")
2040   GOSUB"SETDMA"
2050   OUT &HFF8,CMD
2060   GOSUB"WNBSY"
2070   GOSUB"RESETDMA"
2080 RETURN
2090 '
2100 LABEL"FORCE INT"
2110   OUT &HFF8,CMD
2120   STAT=INP(&HFF8)
2130 RETURN
2140 '
```

```
2150 LABEL"RESETDMA"
2160   DMA$=HEXCHR$("83"):GOSUB"SETDMA"
2170 RETURN
2180 '
2190 LABEL"WNBSY"
2200   CT=0
2210   IF CT>1000 THEN OUT &HFFC,&H3 AND DN:PRINT"DISK?":STOP
2220   STAT=INP(&HFF8):IF STAT AND &H81 THEN CT=CT+1:GOTO 2210
2230 RETURN
2240 '
2250 LABEL"SETDMA"
2260   FOR I=1 TO LEN(DMA$):OUT &H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
2270 RETURN
2280 '
2290 LABEL"ER?"
2300   PRINTHEX$(CMD),HEX$(STAT)
2310 RETURN
```

2HDの物理フォーマットである

DMAを使ったディスクフォーマットプログラムであるが，リスト9-9を**図9-11**に従って削除/訂正/追加していただきたい(1010〜1170行の削除を忘れずに)。できあがったものがリスト9-8に相当するディスクフォーマットプログラムである。これはturbo BASICでも動くようになっている(もちろんCZ-8FB01でも動く)。RUNするとドライブ番号1(2HD)に入っているディスクに物理フォーマットをかけるようにしてある。打ち込みミスがあると悲惨なことになるので，壊れては困るファイルが入っているディスクはすべてのドライブから抜いておくこと。

さらには2000行以降を**リスト9-15**と差し替えると，1セクタの容量が512バイトでセ

図9-11 「リスト9-9」→DMAを使った2HDディスクフォーマットプログラムへの変更点

```
1010～1170行を削除

1200 AD=&HC000          :'フォーマット用データのアドレス

1230 DUMMY=INP(&HFFE)                       :'2HDモードにする

1290 FOR CYLINDER=0 TO 76                   :'シリンダ数変更

1440 DUMMY=INP(&HFFE)                       :'2HDモードにする

1650 'D2$=USR0(CHR$(9,&HF0,1)):STAT=ASC(D2$):RETURN      :'削除する

2000 LABEL"GAP1"
2010 DATA 80,&H4E,12,&H00,3,&HF6,1,&HFC,50,&H4E,0
2020 LABEL"SECTOR"
2030 DATA 12,0,3,&HF5,1,&HFE,4,!
2040 DATA 1,&HF7,22,&H4E,12,0,3,&HF5,1,&HFB,256,&HE5,1,&HF7,54,&H4E,0
2050 LABEL"GAP4"    :'                       ^                ^
2060 DATA 598,&H4E,0  :'<-!!!                !!!              !!!
2070 LABEL"TOTAL SECTOR"
2080 DATA 26          :'<-!!!
2090 LABEL"SQUE"
2100 DATA 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
2110 DATA 17,18,19,20,21,22,23,24,25,26
2120 LABEL"TYPE"
2130 DATA 1           :'<-!!! 1 SECTOR 256 Byte つぅことでんがな
```

クタの数が 15 個, **リスト 9-16** と差し替えると 1 セクタの容量が 1024 バイトでセクタの数が 8 個のフォーマットになる。挙げ句の果てに, **リスト 9-17** は FM (単密度) 用のフォーマットである。1235 行と 1445 行もいっしょに付け加えていただきたい。

もちろん少しの訂正で 2D, 2DD にフォーマットをかけるように変更することも可能である。その点については自由研究である。

リスト 9-15 2HD 1 セクタ 512 バイトへの変更点

```
2000 LABEL"GAP1"
2010 DATA 80,&H4E,12,&H00,3,&HF6,1,&HFC,50,&H4E,0
2020 LABEL"SECTOR"
2030 DATA 12,0,3,&HF5,1,&HFE,4,!
2040 DATA 1,&HF7,22,&H4E,12,0,3,&HF5,1,&HFB,512,&HE5,1,&HF7,84,&H4E,0
2050 LABEL"GAP4"        :'                        ^              ^
2060 DATA 400,&H4E,0   :'<-!!!                  !!!            !!!
2070 LABEL"TOTAL SECTOR"
2080 DATA 15            :'<-!!!
2090 LABEL"SQUE"
2100 DATA 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15
2110 LABEL"TYPE"
2120 DATA 2             :'<-!!! 1 SECTOR 512 Byte つぅことでんがな
```

リスト 9-16 2HD 1 セクタ 1024 バイトへの変更点

```
2000 LABEL"GAP1"
2010 DATA 80,&H4E,12,&H00,3,&HF6,1,&HFC,50,&H4E,0
2020 LABEL"SECTOR"
2030 DATA 12,0,3,&HF5,1,&HFE,4,!
2040 DATA 1,&HF7,22,&H4E,12,0,3,&HF5,1,&HFB,1024,&HE5,1,&HF7,116,&H4E,0
2050 LABEL"GAP4"        :'                         ^              ^
2060 DATA 654,&H4E,0   :'<-!!!                   !!!            !!!
2070 LABEL"TOTAL SECTOR"
2080 DATA 8             :'<-!!!
2090 LABEL"SQUE"
2100 DATA 1,2,3,4,5,6,7,8
2110 LABEL"TYPE"
2120 DATA 3             :'<-!!! 1 SECTOR 1024 Byte つぅことでんがな
```

リスト 9-17 2HD 1 セクタ 128 バイトへの変更点

```
1235 DUMMY=INP(&HFFC)                      :'FMモードにする

1445 DUMMY=INP(&HFFD)                      :'MFMモードにする

2000 LABEL"GAP1"
2010 DATA 40,&HFE,6,&H00,1,&HFC,26,&HFF,0
2020 LABEL"SECTOR"
2030 DATA 6,&H00,1,&HFE,4,!
2040 DATA 1,&HF7,11,&HFF,6,&H00,1,&HFB,128,&HE5,1,&HF7,27,&HFF,0
2050 LABEL"GAP4"        :'                        ^              ^
2060 DATA 247,&HFF,0   :'<-!!!                  !!!            !!!
2070 LABEL"TOTAL SECTOR"
2080 DATA 26            :'<-!!!
2090 LABEL"SQUE"
2100 DATA 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16
2110 DATA 17,18,19,20,21,22,23,24,25,26
2120 LABEL"TYPE"
2130 DATA 0             :'<-!!! 1 SECTOR 128 Byte つぅことでんがな
```

以上のフォーマット用のデータの内訳は，例によって参考文献10のお世話になっている。

グラフィックするのである

DMAの性質としてメモリをI/Oは同等に扱えるということがある。そこで私の傾向と性格により，リスト9-14に**リスト9-18**を追加変更するとたちまちにしてFD↔G-RAMプログラムができてしまうのである。変更点は，ディスクからリードする場合は転送先をI/Oにしたことと，アドレスをG-RAMの始まりの4000_Hにしたことである。ライトする場合はよって知るべしである。———と書くともっともらしく聞こえるが，実はそれだけでは動かない。というのは，BASICがG-RAMのバンク0，1を勝手に切り換えるからなのだ。実に残念なことよ。

リスト9-18　G-RAMアクセス用変更点

```
1700    DMA$=HEXCHR$("83 7D FB 0F FF 00 2C 18 80 8D")
1705    DMA$=DMA$+MKI$(&H4000)+HEXCHR$("92 CF 87")

1790    DMA$=HEXCHR$("83 79")+MKI$(&H4000)
1795    DMA$=DMA$+HEXCHR$("FF 00 1C 28 80 8D FB 0F 92 CF 05 CF 87")
```

ソフト的なフォーマットである

2HD,2DDのディスクでは容量が違うのであるから，BASICによるファイル管理も少々違っている。詳しくはturboのUSER'S MANUALの187ページあたりに書いてあるが，大事な点は2HDでも1クラスタは4Kバイトのままで，これは1トラック(片面)の容量ではないということである。2Dのなごりを引きずっているわけだ。さらにはクラスタ番号である。2DD，2HDではクラスタ数がそれぞれ128以上あるが，FAT内では80_H～$8F_H$はチェーンの終わりを示すものであったから，この番号のクラスタはあってはいけないことになっている。そこでBASICでどのようにごまかしているかというと，

1)　実はクラスタ番号は2バイトの値（16進数で4桁）を持つ

2)　そして，**下2桁が80_H～FF_Hの部分は番号を飛ばす**

となっているのである。要するに，2DD，2HD(8インチやハードディスクも)ではFATの位置（レコード番号）やディレクトリの位置が違うということである。

さらにグラフィックするのである

リスト9-19である。このプログラムはリスト9-14＋リスト9-16で作った，1セクタが1024バイトのフォーマットのディスクを画像用にしてしまうものである。具体的に言うと，1トラック（片面）に8セクタあり，1シリンダ（裏表で計2トラック）が16Kバイ

トであることから，3シリンダに48Kバイト分のグラフィックデータを書き込んでしまうのである。ディスクアクセスにはマルチセクタを使っている。FDCの説明の最初の所でも書いたが，マルチセクタを使うとFDCは「RECORD NOT FOUND」でエラーを起こすまでBUSYのままである。そこでここではDMAの「エンド・オブ・ブロックで割り込み」の機能を使っている。これによりFDCが第9セクタ（ここでは存在しない）を捜してエラーを起こすのを待たずに済むようになっている。最初にあるMEM$は，FDCのステータスレジスタを読み出すルーチン＋割り込み処理ルーチンである。「FDCのステータスをチェックするならBASICのINP関数を使えばよい」と思うだろうが，実はそこには恐ろしいワナが隠されている。なんと，私の調べたところによると，INP関数を使うとBASICは，

勝手にG-RAMの入力ページ（バンク0，1）をひっくり返してしまう

のだ。よってCALL命令で呼び出した機械語プログラムによってFDCのステータスをチェックしなければならないのだ。もっともこの部分は徹底的に探ったわけではないから，いまいち確信はないのだが。**ま，とにかく**そのようなわけなのである。

リスト9-19　48K　G-RAMロード/セーブプログラム

```
100 CLEAR &HEF00
110 MEM$(&HEF00,16)=HEXCHR$("01 F8 0F ED 78 32 26 EF C9 F3 F5 C5 01 80 1F 3E")
120 MEM$(&HEF10,16)=HEXCHR$("AF ED 79 3E 8B ED 79 3E AB ED 79 3E 01 32 25 EF")
130 MEM$(&HEF20, 7)=HEXCHR$("C1 F1 FB ED 4D 00 00")
140 INIT
150 DN=1
160 DUMMY=INP(&HFFE)             :'2HD(1.6) MODE
170 MEM$(&HF814,2)=MKI$(&HEF09) :'OLD VALUE=&H81C3
180 '
190 GOSUB"RESTORE":OLDTR=0
200 FOR TTR=0 TO 72 STEP 3
210   CLS4
220   SYMBOL(32,0),STR$(TTR),20,10,7,0,PSET
230   GOSUB"WRITE"
240 NEXT
250 '
260 GOSUB"RESTORE":OLDTR=0
270 FOR TTR=0 TO 72 STEP 3
280   CLS4
290   GOSUB"READ"
300 NEXT
310 '
320 OUT &HFFC,&H3 AND DN
330 DUMMY=INP(&HFFF):'2D,2DD(0.5M,1M) MODE
340 MEM$(&HF814,2)=MKI$(&H81C3)
350 END
360 '
370 LABEL"READ"
380 CCC=&H90
390 DD1$=HEXCHR$("83 7D FB 0F FF 1F 2C 18 9D")
400 DD2$=HEXCHR$("32 10 92 A0 CF 8B 87")
410 GOSUB"EXEC"
420 RETURN
430 '
440 LABEL"WRITE"
450 CCC=&HB0
460 DD1$=HEXCHR$("83 79")
470 DD2$=HEXCHR$("FF 1F 1C 28 9D FB 0F 32 10 92 CF 05 A0 CF 87")
480 GOSUB"EXEC"
490 RETURN
500 '
510 LABEL"EXEC"
520 GAD=&H4000
530 FOR TR=TTR TO TTR+2
540   GOSUB"SEEK":OLDTR=TR
```

```
550    FOR SIDE=0 TO 1
560      DMA$=DD1$+MKI$(GAD)+DD2$
570      GOSUB"SETDMA"
580      OUT &HFFC,&H80 OR DN OR &H10*SIDE:GOSUB "WNBSY" :'MOTOR ON
590      OUT &HFFA,1                                     :'SECTOR #
600      POKE &HEF25,0    :'CLEAR FLAG
610      OUT &HFF8,CCC                                   :'COMMAND
620      CALL &HEF00
630      IF (PEEK(&HEF26) AND 1)=0 THEN 660
640      IF PEEK(&HEF25) THEN 660
650      GOTO 620
660      PRINT PEEK(&HEF25),PEEK(&HEF26),INP(&HFF8)
670      OUT &HFF8,&HD0
680      GAD=GAD+&H2000
690    NEXT
700 NEXT
710 DMA$=HEXCHR$("C3 C3 C3 C3 C3 C3 83 80"):GOSUB"SETDMA"
720 RETURN
730 '
740 LABEL"WNBSY"
750 CT=0
760 IF CT>1000 THEN OUT &HFFC,&H2:PRINT"DISK?":STOP
770 IF INP(&HFF8) AND &H81 THEN CT=CT+1:GOTO 760
780 RETURN
790 '
800 LABEL"SETDMA"
810 FORI=1TOLEN(DMA$):OUT &H1F80,ASC(MID$(DMA$,I,1)):NEXT
820 RETURN
830 '
840 LABEL"SEEK"
850 OUT &HFFB,TR          :'データレジスタ
860 OUT &HFF9,OLDTR       :'トラックレジスタ
870 OUT &HFF8,&H10        :'シークコマンド
880 GOSUB"WNBSY"
890 RETURN
900 '
910 LABEL"RESTORE"
920 OUT &HFFC,&H80 OR DN:GOSUB "WNBSY":'MOTOR ON
930 OUT &HFF8,&H0 :GOSUB "WNBSY":'HOME
940 RETURN
```

それでリスト 9-19 でやっていることだが，中心は 370 行以降の〝READ〟と〝WRITE〟である。それぞれのルーチンは変数 TTR（Top Track）から始まる 3 シリンダと 48K バイトの G-RAM の間でデータの読み書きを行なう。プログラム全体では，最初は SYMBOL 文を使って G-RAM に TTR の値をでかでかと書き，それを次々とディスクに書き込み，次には，次々に読み出して表示している。これは実行させてみれば一目瞭然であろう。そこで 110〜130 行の MEM$〜による機械語プログラムを簡単に説明しておく。アセンブルリストは，**リスト 9-20** である。$EF00_H$〜$EF08_H$は単に FDC のステータスを読み出して $EF26_H$番地に格納しているだけである。大事なのは $EF09_H$〜で，これは「エンド・オブ・ブロック」後の DMA の再初期化と「フラグ立て」($EF25_H$番地）を行なっている。このフラグが立ったなら，DMA が 8K バイトの転送を終えたわけだから，FDC の空しい第 9 セクタ捜しをフォースインタラプトで打ち切ってやるわけである。

リスト 9-20 「リスト 9-19」の機械語部分

```
                                   .Z80
                                   .PHASE   0EF00H
                           ;
0FF8                       FDC     EQU      0FF8H    ;FDC CMD AND STAT
1F80                       DMA     EQU      1F80H    ;DMA I/O ADDR.
                           ;
EF00    01 0FF8            START:  LD       BC,FDC
EF03    ED 78                      IN       A,(C)
EF05    32 EF26                    LD       (STAT),A
```

```
EF08    C9                      RET
                        ;
EF09    F3              DMAINT: DI
EF0A    F5                      PUSH    AF
EF0B    C5                      PUSH    BC
EF0C    01 1F80                 LD      BC,DMA
EF0F    3E AF                   LD      A,0AFH   ;WR6:DISABLE INT.
EF11    ED 79                   OUT     (C),A
EF13    3E 8B                   LD      A,08BH   ;WR6:REINIT. STAT
EF15    ED 79                   OUT     (C),A
EF17    3E AB                   LD      A,0ABH   ;WR6:ENABLE INT.
EF19    ED 79                   OUT     (C),A
EF1B    3E 01                   LD      A,1
EF1D    32 EF25                 LD      (INTF),A;SET FLAG
EF20    C1                      POP     BC
EF21    F1                      POP     AF
EF22    FB                      EI
EF23    ED 4D                   RETI
                        ;
EF25                    INTF:   DS      1
EF26                    STAT:   DS      1
                        ;
                                END
```

以上がDMAでディスクを使ってみた例である。残念ながら8インチやハードディスクなどは手付かずとなってしまったが，さっさと次の章に行ってしまうのであった。

第10章

PSG

PSGは基本である

第10章
PSGは基本である・・・・・・・・・・・

この章ではPSGをやるのである。PSGというのは，Programmable Sound Generator，すなわち「プログラム可能な音声発生機」なのである。プログラム可能とはいっても**別にたいしたことはない**からそのつもりで。

X1で使われているPSGはAY-3-8910という，もう古典と言ってもよいLSIである。ただしturboZなどでは，それとコンパチなYAMAHAの YM2149も使われている(ちなみにYM2149は「SSG」と呼ばれている。このことから逆にAY-3-8910をSSGと呼んだりもする)。

で，この石を簡単に紹介すると，

1) 音量調節付きで3重和音が使える。

2) ノイズ（雑音）を使える。

3) エンベロープと呼ばれる機能により，指定した周期，形状（8パターン）で音量を変化させることができる。

4) 2ポートの8ビットパラレルポートが使える。X1ではこれをジョイスティックに使っている。

などとなる。

AY-3-8910から**4)**の機能を取り去ってピン数を減らしたものは型番がAY-3-8913と呼ばれ，MZ-5500/6500で使われている。FM-7では8910，8913が混在しているそうである。どっちにしても，FM-7ではパラレルポートを使ってジョイスティックをサポートしていないから同じことである。

AY-3-8910の使い方は簡単で，基本的には16個あるレジスタにそれなりのデータを書き込んでやったり，もしくは読み出したりすればよい。この点については第1章のCRTCと似ている。そこで早速PSGのレジスタ表が**表10-1**である。

最初に言っておくが，R_0とR_1，R_2とR_3，R_4とR_5は別々に見ずに「12ビットの値を下8ビットと上4ビットに分けた」と見るべきである。これはR_{10}とR_{11}でも同じで，こちらの方は16ビットの値を上下8ビットずつに分けたものとみなすことができる。この点を注意しつつ，順に解説する。

① R_0，R_1（チャンネルAトーン周波数）

R_1を上4ビット，R_0を下8ビットとして作る12ビットの整数をA_fとする。A_fは0～4095である。すなわち，

$A_f = R_0 + R_1 \times 256$……**式1**

このA_fとチャンネルAから出る音の周波数の関係は，音の周波数をf_a(Hz)とすると，

$f_a = \dfrac{2 \times 10^6}{16 \times A_f} = \dfrac{125000}{A_f}$……**式2**

表 10-1　PSG レジスタ表

レジスタ番号	レジスタ機能	ビット構成 D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	データ
R_0	チャンネル A 周波数	下位 8 ビット								0 ~ 255
R_1						上位 4 ビット				0 ~ 15
R_2	チャンネル B 周波数	下位 8 ビット								0 ~ 255
R_3						上位 4 ビット				0 ~ 15
R_4	チャンネル C 周波数	下位 8 ビット								0 ~ 255
R_5						上位 4ビット				0 ~ 15
R_6	ノイズ周波数				5 ビット					0 ~ 31
R_7	チャンネル選択	$\overline{\text{IN}}$/OUT		$\overline{\text{ノイズ}}$			$\overline{\text{トーン}}$			0~255
		IOB	IOA	C	B	A	C	B	A	(D0~D5 は，0 を設定すると選択される)
R_8	チャンネル A 音量				M	4 ビット				0 ~ 16
R_9	チャンネル B 音量				M	4 ビット				0 ~ 16
R_{10}	チャンネル C 音量				M	4 ビット				0 ~ 16
R_{11}	エンベロープ周期	下位 8 ビット								0 ~ 255
R_{12}		上位 8 ビット								0 ~ 255
R_{13}	エンベロープ形状					4 ビット				0 ~ 15
R_{14}	JOY 1 (IOA)	8 ビット								0 ~ 255
R_{15}	JOY 2 (IOB)	8 ビット								0 ~ 255

となっている。**式 2** で「2×10^6」と「16」という数値がいきなり出てくるが，2×10^6というのは，LSI に供給されているクロックの周波数（2MHz）である。だからハードウェアが異なれば，この部分の値は変わってくる。M（メガ）というのは $10^6=1000000$ の単位なのだ，念のため。 次に出てくる 16 は，AY-3-8910 を設計した人が勝手に決めた数値である（と思う）。なお，**式 2** より A_f の値が大きいほど周波数の小さい音（低い音）が出ることが分かる。要するに逆比例なのだ。

式 1，2 より「周波数 f（Hz）の音を出したいときに，どういう数値を R_0，R_1に書き込めばよいか」を計算できる。

まず，**式 2** から，

$$A_f=\frac{125000}{f_a}$$

が分かる。ただし A_f は整数じゃないとまずいので，小数点第 1 位で四捨五入するのがよいだろう。そこで，本当は，

$$A_f=\mathrm{INT}\left(\frac{125000}{f_a}+0.5\right)$$

となる。次に A_fから R_0，R_1を計算するわけだが，これは簡単に，

$$R_0=A_f \bmod 256$$

$$R_1=\mathrm{INT}\left(\frac{A_f}{256}\right)$$

となる。めでたしめでたし。ただし今のうちに言っておくが，R_0，R_1だけをセットしても音は出てこない。注意するように。なお，やってみると分かるが，A_fを0にした場合，式の上では周波数が無限大の音が出ることになる。自然界では当然そんなことはあり得ないので，$A_f = 0$の場合は考える必要はない。また，音質を良くするためにも電気回路では，あまり高い周波数（成分）の音は増幅されないのが普通だから，そもそもスピーカーから出ていないはずである。

さてさて，音の高さについて書いてきたのであるが，周波数ばかりで説明していても始まらない。実用的にはドレミの音階が必要である。そこで**表 10-2** が，えーとえーと，「1939年5月ロンドンにおける国際会議で規定された音階表」である。これは『理科年表』に載っていたものである。

表 10-2　国際基準イ＝a^1＝440Hz に基づく十二平均律音階　（単位はHz）

	C_2	C_1	C	c	c^1	c^2	c^3	c^4	c^5
C	16.352	32.703	65.406	130.81	261.63	523.25	1046.5	2093.0	4186.0
C ♯	17.324	34.648	69.296	138.59	277.18	554.37	1108.7	2217.5	4434.9
D	18.354	36.708	73.416	146.83	293.66	587.33	1174.7	2349.3	4698.6
D ♯	19.445	38.891	77.782	155.56	311.13	622.25	1244.5	2489.0	4978.0
E	20.602	41.203	82.407	164.81	329.63	659.26	1318.5	2637.0	5274.0
F	21.827	43.654	87.307	174.61	349.23	698.46	1396.9	2793.8	5587.7
F ♯	23.125	46.249	92.499	185.00	369.99	739.99	1480.0	2960.0	5919.9
G	24.500	48.999	97.999	196.00	392.00	783.99	1568.0	3136.0	6271.9
G ♯	25.957	51.913	103.83	207.65	415.30	830.61	1661.2	3322.4	6644.9
A	27.500	55.000	110.00	220.00	440.00	880.00	1760.0	3520.0	7040.0
A ♯	29.135	58.270	116.54	233.08	466.16	932.33	1864.7	3729.3	7458.6
H	30.868	61.735	123.47	246.94	493.88	987.77	1975.5	3951.1	7902.1

（1979年度版理科年表より）

この表には厳格な規則性がある。中央に四角で囲んだ数字があるが，これがa^1＝イと呼ばれる音で，何がなんでもここは440 H_zなのである。これはラの音である。X1で出すのなら，

```
PLAY "O4A"
```

で出てくる。この音を基準として，半音上げた音（♯A）の周波数は，440に$\sqrt[12]{2}=2^{\frac{1}{12}}=1.05946......$（2の12乗根）を掛けたもの，逆に半音下げた音（♯G）は440を$\sqrt[12]{2}$で割ったものである。同じように$\sqrt[12]{2}$で掛けたり割ったりすると，そのたびに半音上がったり下がったりする。1オクターブは半音が12個分だから，1オクターブ上の音は，ちょうど周波数が2倍になる（$\sqrt[12]{2}$の12乗は2なのだ）。逆に1オクターブ下の音は，周波数がちょうど2分の1である。表10-2を見て納得していただきたい。なお，なぜこのように決められているのか不思議に思う人もいるだろうが，それは人間の聴覚システムがそうなっているからなのである。それ以上のことは私の知ったことではない。

では，AY-3-8910で音階表どおりの周波数の音を出すにはどうすればよいかという問題に移る。真面目に計算してもよいのだが，私はturbo BASICのMUSIC@命令を使ったのである。MUSIC命令だと，音が出ている間はずっと待たされてしまうが，MUSIC@命令

ならば待たされることなく次の命令を実行してくれる。だからそのときにPSGのR_0とR_1を読み出せばよい。なお，それじゃMUSIC@命令はいつ音を止めるのかというと，タイマ割り込みを使っているのである。だから心配せずとも，時期が来れば止まってくれる。**表10-3**がR_0とR_1の値を表にしたものである。16進数で，「R_0＋R_1」の形式でできている。四角で囲んであるところが440 Hzに対応する所である。とはいっても，本当に正確に440 Hzを出せるわけではない。なにせR_0，R_1は整数に限られるのである。これはほかの音階でも言えることで，特に高い音になるほどずれは大きくなる。まあ，こういうものだと思うしかないのである。なお，1オクターブ上げる＝周波数を2倍する＝A_fを半分にする，であることに注意。

表10-3　各音階に対するレジスタの値(「R_0」+「R_1」の形式)

	C	#C	D	#D	E	F	#F	G	#G	A	#A	B
O1	EF+0E	17+0E	4D+0D	8E+0C	DA+0B	2F+0B	8F+0A	F7+09	68+09	E1+08	62+08	E9+07
O2	77+07	0B+07	A6+06	47+06	ED+05	97+05	47+05	FB+04	B4+04	70+04	31+04	F4+03
O3	BB+03	85+03	53+03	23+03	F6+02	CB+02	A3+02	7D+02	5A+02	38+02	18+02	FA+01
O4	DD+01	C2+01	A9+01	91+01	7B+01	65+01	51+01	3E+01	2D+01	1C+01	0C+01	FD+00
O5	EE+00	E1+00	D4+00	C8+00	BD+00	B2+00	A8+00	9F+00	96+00	8E+00	86+00	7E+00
O6	77+00	70+00	6A+00	64+00	5E+00	59+00	54+00	4F+00	4B+00	47+00	43+00	3F+00
O7	3B+00	38+00	35+00	32+00	2F+00	2C+00	2A+00	27+00	25+00	23+00	21+00	1F+00
O8	1D+00	1C+00	1A+00	19+00	17+00	16+00	15+00	13+00	12+00	11+00	10+00	0F+00

② R_2，R_3（チャンネルBトーン周波数）

③ R_4，R_5（チャンネルCトーン周波数）

②，③はチャンネルAがB，Cになっただけで，それ以外はまったく同じである。

④ R_6（ノイズ周波数）

AY-3-8910には前述したようにノイズを出す機能がある。といっても別にノイズ専門のチャンネルがあるわけではなく，チャンネルA〜Cのうちから割り当てるのである。割り当て方については⑤で説明する。

ノイズとはどんなときに使うのかといえば，波の音とか爆発音などの効果音ということになるだろう。R_6はそのノイズの周波数を決めるものである。だが，ノイズというのは，一定の幅の周波数帯の音を含んでいる音のことだから，大体の範囲を決めるということである。具体的には，周波数が高ければ「シャー」，低ければ「ザー」という感じの音になる。R_6とノイズの高さは，例によって逆比例の関係になる。つまり，R_6の値が小さいほどノイズの音は高くなる。

⑤ R_7（ミキサー，I/Oコントロール）

この部分はフラグの集まりと考えるのが手っ取り早い。まず，D_0〜D_5はチャンネルA，B，Cから何を出すのかの指定である。チャンネルAを指定するのはD_3とD_0である。**図10-1**にD_3とD_0の値（1/0）とチャンネルAからの出力の関係を示す。

図10-1はほかのチャンネルにとっても同じことが言える。1でOFF，0でONと変態的に負論理になっていることに注意。

D_6，D_7は二つあるI/Oポートを入力に使うか出力に使うかの指定である。もちろん二つとも別々に指定することができる。0で入力に指定，1で出力に指定である。X1では通常は二つともジョイスティックからの入力になっているから，ともに0である。なお，実際

図 10-1　ノイズ/トーン指定ビット
（チャンネル A の場合）

D_3	D_0	チャンネル A 出力
0	0	ノイズ＋トーン
0	1	ノイズ
1	0	トーン
1	1	なし

のジョイスティックポートのデータの受け渡しは R_{14}，R_{15}を使う。

⑥　R_8，R_9，R_{10}（チャンネル A〜C 音量，エンベロープ指定）

R_8，R_9，R_{10}のそれぞれ下 4 ビットの D_3〜D_0は音量を指定する。4 ビットだから 0（最小）〜15（最大）までの 16 段階である。ただし D_4が 1 ならば，そのチャンネルはエンベロープモードになり，D_3〜D_0の値は無視される。この場合の音量は，R_{11}，R_{12}，R_{13}の指定するエンベロープ周期と，エンベロープパターンに支配される。

⑦　R_{11}，R_{12}（エンベロープ周期設定）

これは，次で指定するエンベロープのパターンの周期を設定するものである。エンベロープというのは，**図 10-2** にあるように 8 種のパターンがある。エンベロープ周期は図中の t_eの長さだと思えばよい。

$$A_e = R_{11} + R_{12} \times 256$$

とすると，

$$t_e = \frac{256 \times A_e}{2 \times 10^6}$$

で計算できる。

エンベロープというのは音量を自動的に変えるもので，たとえば「1 秒間だけ音を出して，その後は出さない」などということを，PSG が勝手にやってくれる機能である。図 10-2 のエンベロープパターンを見れば分かるように，音量アップ/ダウンを延々と繰り返すパターンもある。

図 10-2　エンベロープのパターン

	R_{13}の値	エンベロープパターン
a	8	
b	0, 1, 2, 3, 9	
c	10	
d	11	
e	12	
f	13	
g	14	
h	4, 5, 6, 7, 15	

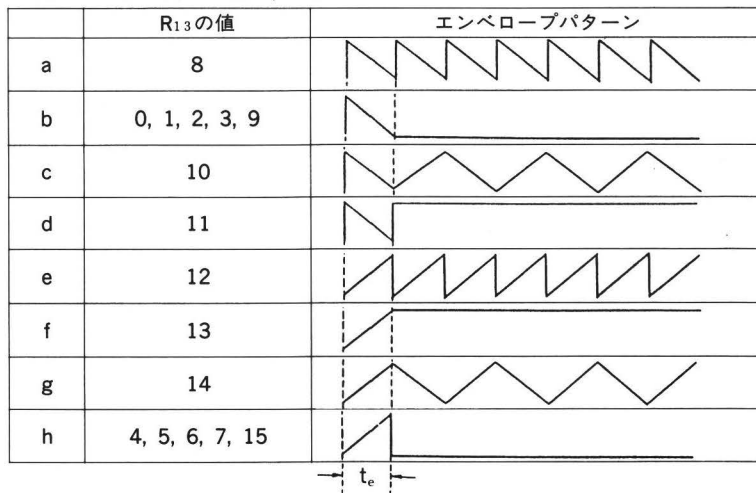
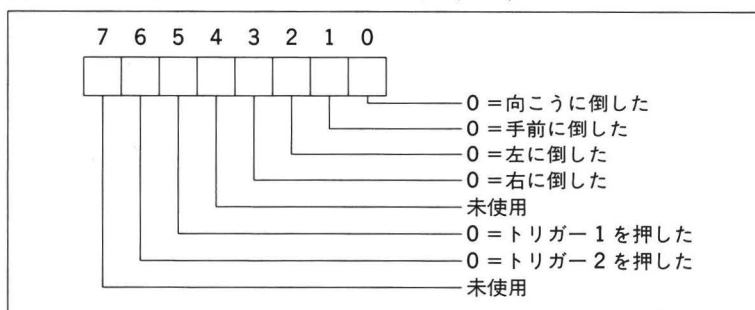
t_e

⑧ R_{13}（エンベロープパターン指定）

図 10-2 に示すエンベロープパターンのうち，どれを使うかを指定するものである。パターン b，h は複数の R_{13}の値に対応しているが，「R_{13}には 8 ～15 の値だけを設定するものだ」と思っていればよいのだ。

⑨ R_{14}，R_{15}（I/O ポート入出力）

前にも書いたように，X1 ではジョイスティックポートの入出力に使われている。R_{14}がジョイスティック 1，R_{15}がジョイスティック 2 である。**図 10-3** 参照。

図 10-3　ジョイスティックのデータの意味(R_{14}，R_{15})

⑩ 最後に PSG へのアクセス法である。

まず，レジスタ番号を指定する。つまり，

OUT &H1C00，レジスタ番号（0 ～15）

の後に，

OUT &H1B00，データ

で，データを書き込める。逆にデータを読み出すなら，

～=INP（&H1B00)

となる。

以上で基礎編の説明を終えたわけである。そして，ここでサンプルプログラムが発動するのだ。

サンプルなのである

リスト 10-1：ドミソ

表 10-2 を使えば一発で分かるはずである。チャンネル A，B，C にそれぞれドミソを割り当て，R_7で三つともトーンのみを指定。後は音量を三つとも 15 にしておしまいである。

リスト 10-1　ドミソ

```
100 MUSIC "R0"
110 SOUND 0,&HDD
120 SOUND 1,&H1 :'ド
130 SOUND 2,&H7B
```

```
140 SOUND 3,&H1 :'ミ
150 SOUND 4,&H3E
160 SOUND 5,&H1 :'ソ
170 SOUND 7,&B111000
180 SOUND 8,15
190 SOUND 9,15
200 SOUND 10,15
```

さて，このプログラムが実にうっとうしいと思うわけである。そこで**リスト 10-2** である。まず，サブルーチン〝QUIET″は PSG を黙らせるサブルーチン，〝XSOUND″は PSG のレジスタに指定されたデータを次々と設定するサブルーチンである。〝QUIET″を使うには，ただ呼ぶだけでよい。〝XSOUND″は少々複雑である。使うには，まず DATA 文を用意する。約束ごとは次の五つである。

1） 最初は，レジスタ番号をデータとする。たとえば「1」ならば R_1 から設定を始めることになる。

2） レジスタに設定したいデータは，0～255 まで，&H～，&B～などもよい。

3） 設定したくないレジスタに対応するデータは「S」とする。つまり R_4 と R_6 だけを 0 にして，R_5 をそのままにしておきたければ，

　DATA　4，0，S，0，……

とすればよい。

4） DATA 文の最後は「EOD」（End Of Data）とする。

5） GOSUB 〝XSOUND″ の直前に，

　RESTORE（データ文の行番号，もしくはラベル）

を実行しておく。

てなとこである。もっとも，それは X1 ユーザーに限ってのことで，turbo ではサウンド文が拡張されていて，〝XSOUND″に相当することがそのまま SOUND 文で実行できるから，きっと，むっとしているはずである。人生とはそんなものである。ところで，リスト 10-2 で行番号がいきなり 1000 に飛んでいることからも分かるように，これらのサブルーチンはほかのリストでも流用される運命にある。心得ておいていただきたい。

リスト 10-2　PSG 用サブルーチン

```
100 GOSUB"QUIET"
110 RESTORE 120:GOSUB"XSOUND"
120 DATA 0,&HDD,&H01,&H7B,&H01,&H3E,&H01,S,&B111000,15,15,15,EOD
130 PAUSE 10
140 GOSUB"QUIET"
150 END
160 '
1000 LABEL"QUIET"
1010 SOUND 8,0:SOUND 9,0:SOUND 10,0
1020 RETURN
1030 '
1040 LABEL"XSOUND"
1050 READ C
1060 READ A$:IF A$="EOD"THEN RETURN
1070 IF A$="S" THEN GOTO1090
1080 SOUND C,VAL(A$)
1090 C=C+1:GOTO1060
```

リスト 10-3 ：銃声

エンベロープパターンはbを使っている。エンベロープ周期は $R_{11}=0$，$R_{12}=20$ だから，

$$t_e=\frac{256\times(20\times256+0)}{2\times10^6}\fallingdotseq0.66(\text{秒})$$

となる。つまり，最初はボリューム最大で，0.66秒の間に0まで減少するのである。3チャンネルともノイズモードにしてある。130行を見ても分かるように，何かキーを押すと音が出る。押し続けると，機関銃となるわけである。

リスト 10-3　銃声

```
100 GOSUB"QUIET"
110 RESTORE 120:GOSUB"XSOUND"
120 DATA 6,20,&B000111,16,16,16,0,20,9,EOD
130 IF INKEY$(0)="" THEN 130 ELSE 110
140 END
150 '
1000 LABEL"QUIET"
1010 SOUND 8,0:SOUND 9,0:SOUND 10,0
1020 RETURN
1030 '
1040 LABEL"XSOUND"
1050 READ C
1060 READ A$:IF A$="EOD"THEN RETURN
1070 IF A$="S" THEN GOTO1090
1080 SOUND C,VAL(A$)
1090 C=C+1:GOTO1060
```

リスト 10-4 ：UFO

エンベロープパターンはgで，3チャンネルともトーン。この手の音を作るのは楽なのである。

リスト 10-4　UFO

```
100 GOSUB"QUIET"
110 RESTORE 120:GOSUB"XSOUND"
120 DATA 0,100,0,102,0,200,0,S,&B111000,16,16,16,10,5,14,EOD
130 PAUSE 50
140 GOSUB"QUIET"
150 END
160 '
1000 LABEL"QUIET"
1010 SOUND 8,0:SOUND 9,0:SOUND 10,0
1020 RETURN
1030 '
1040 LABEL"XSOUND"
1050 READ C
1060 READ A$:IF A$="EOD"THEN RETURN
1070 IF A$="S" THEN GOTO1090
1080 SOUND C,VAL(A$)
1090 C=C+1:GOTO1060
```

リスト 10-5 ：SLとヘリコプター

RUNすると，最初にSLの音を出す。次にヘリコプターの音である。ヘリコプターの方は，チャンネルBがノイズだけである。そのつもりになって聞くと，そう聞こえるものな

のである。

リスト 10-5　SL とヘリコプター

```
100 GOSUB"QUIET"
110 RESTORE 120:GOSUB"XSOUND"
120 DATA 6,10,&B110111,16,0,0,0,6,12,EOD
130 PAUSE 50
140 RESTORE 150:GOSUB"XSOUND"
150 DATA 0,0,5,0,0,0,0,5,&B100110,16,16,0,0,1,10,EOD
160 PAUSE 50
170 GOSUB"QUIET"
180 END
190 '
1000 LABEL"QUIET"
1010 SOUND 8,0:SOUND 9,0:SOUND 10,0
1020 RETURN
1030 '
1040 LABEL"XSOUND"
1050 READ C
1060 READ A$:IF A$="EOD"THEN RETURN
1070 IF A$="S" THEN GOTO1090
1080 SOUND C,VAL(A$)
1090 C=C+1:GOTO1060
```

リスト 10-6：波の音

これはよく見かけるサンプルであるが，**リスト 10-7** のように，ランダムにエンベロープ周期を変えてやると本物に近くなる。時間かせぎの PAUSE 文が 140 行にあるが，別にエンベロープ周期にセットする値と関係あるわけではない。何をしても音がずたずたになるわけではないから，適当でよいのだ。

リスト 10-6　波の音

```
100 GOSUB"QUIET"
110 RESTORE 120:GOSUB"XSOUND"
120 DATA 6,25,&B110111,16,0,0,0,99,14,EOD
130 END
140 '
1000 LABEL"QUIET"
1010 SOUND 8,0:SOUND 9,0:SOUND 10,0
1020 RETURN
1030 '
1040 LABEL"XSOUND"
1050 READ C
1060 READ A$:IF A$="EOD"THEN RETURN
1070 IF A$="S" THEN GOTO1090
1080 SOUND C,VAL(A$)
1090 C=C+1:GOTO1060
```

リスト 10-7　ランダムな波の音

```
100 GOSUB"QUIET"
110 RESTORE 120:GOSUB"XSOUND"
120 DATA 6,25,&B110111,16,0,0,0,99,14,EOD
130 T=40+INT(RND(1)*60):PRINTT
140 SOUND 12,T:PAUSE T:GOTO130
150 '
1000 LABEL"QUIET"
1010 SOUND 8,0:SOUND 9,0:SOUND 10,0
1020 RETURN
```

```
1030 '
1040 LABEL"XSOUND"
1050 READ C
1060 READ A$:IF A$="EOD"THEN RETURN
1070 IF A$="S" THEN GOTO1090
1080 SOUND C,VAL(A$)
1090 C=C+1:GOTO1060
```

以上でサンプルの紹介は終わるが，ここまで見てきて，疑問を持った人もいるはずである。それは何かというならば，エンベロープのパターンはいつ始まるかということである。R_{13}(エンベロープパターン)に値をセットしたときからなのか？　それとも，R_8～R_{10}のD_5を1にセットした瞬間からなのか？　ということである。すなわち，エンベロープを発動するトリガー（引金）は何なのかである。

答えはR_{13}である。ここに値を書き込まれた瞬間から，エンベロープパターンに従って音が出る。これに対してR_{11}，R_{12}のエンベロープ周期は単なるカウンタの周期ぐらいの意味しかない。だからリスト10-7のランダムな波の音は，それらしく聞こえたのである。

というところでPSGは終わりである。最近はFM音源が花盛りであるが，PSGも使い方によっては非常に強力なので，きちんと押さえておいて欲しいのであった。

第11章

FM音源

FM音源ナハトムジーク

第11章

FM音源ナハトムジーク・・・・・・・

この章ではFM音源についてやってしまうのである。となれば目的はMMLである。で，MMLであるが，turboではNEW turbo BASICにより手軽にFM音源を楽しめるようになった。しかしX1ではそうはいかない。てなわけで，ここでサポートするしだいである。ちなみにOh！MZの連載時にはあちこちにバグが入ったりしたが，それらをすべて直してある(はずである)。

さて，X1のFM音源ボードといえばCZ-8BS1なのであるが，このボードの主役はYM2151,別名OPMと呼ばれるLSIなのである。それに対して他の大概のパソコンに使われているFM音源のLSIはYM2203（OPN）なのである。この両者の違いはというと，

● OPMはFM音源を8チャンネル持っており，それぞれのチャンネルごとに左右（もしくは両方）出力を選択できる。またLFO機能が付いている。

● OPNはFM音源を3チャンネルと，SSG音源を3チャンネル（AY-3-8910と同じ機能)持っている。出力はモノラルのみ。LFO機能は付いていないのでタイマ割り込みを使いソフトウェアでコントロールする必要がある。

ということになる。要するにOPNの方には肝心のFM音源が，

3チャンネルしか

付いていないのである。それに対してOPMには，

8チャンネルも

付いているのである。これがどういうことかというと，同時に演奏できる楽器の数が3対8なのである。そしてこれは数だけの問題にとどまらず，音の厚みに影響するのである。で，OPMとOPNの使い方（データ）の互換性であるが，基本的に両者には互換性がある。ただしエンベロープのタイミングなどが違い，一部に移植できないものもあるらしい。といってもVIPに付属の200音色を見ても分かるように,OPNから移植できないものがあったとしても，別に不都合があるわけではない。

ちなみに，このFM音源ボードであるが，I/Oアドレスをずらして何枚でもスロットにさせるようにしたら非常にその筋だったと思ったのであるが，残念ながらそうはなっていないようである。

というところで，OPMの具体的な説明に入るのであった。

OPMである

図11-1がOPMのI/Oアドレスである。テンポの制御用にZ80 CTCが付いているが，turboおよびturboZで動かす場合はこのボード上のCTCではなく，本体内蔵のCTC(アドレスは$1FA0_H$～$1FA3_H$)を使うことになっている。気を付けるよーに。

さて，OPM には 256（$-\alpha$）個のレジスタがあるわけだ。そして，これらのレジスタにそれなりの値を書き込むことによって，さまざまな音を出せるのである。この点は PSG (AY-3-8910) と似たよーなものである。そしてレジスタに値を入れる方法であるが，たとえば 21_H番レジスタに $C3_H$を入れるのであれば，

```
OUT  &H700, &H21
OUT  &H701, &HC3
```

とするのである。まったくの自然体である。

図 11-1 OPM の I/O アドレス

0700_H	YM2151 アドレスポート	OUT
0701_H	YM2151 データポート	IN/OUT
0704_H	CTC チャンネル 0	IN/OUT
0705_H	CTC チャンネル 1	IN/OUT
0706_H	CTC チャンネル 2	IN/OUT
0707_H	CTC チャンネル 3	IN/OUT

図 11-2，11-3 がそのレジスタマップである。このマップは基本的に 00_H番〜$1F_H$番（途中で所々で抜けているが）と，20_H〜FF_Hの二つの部分に分かれているわけだ。アドレスの見方にちょっと注意が必要だからそのつもりで。

それで，図 11-3 を見ると分かるように，OP2 と OP3 でレジスタ番号が逆転してい

図 11-2 レジスタマップ(00_H〜$1F_H$)

レジスタ番号	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
01_H	TEST						LFO RESET	
08_H		OPマスク OP4	OP3	OP2	OP1	CH No.		
$0F_H$	NE			NFREQ				
10_H	CLK A_1							
11_H							CLK A_2	
12_H	CLK B							
14_H	CMS		FRESET B	FRESET A	IRQ EN B	IRQ EN A	LOAD B	LOAD A
18_H	LFRQ							
19_H	F	PMD or AMD						
$1B_H$	CT_2	CT_1					W	

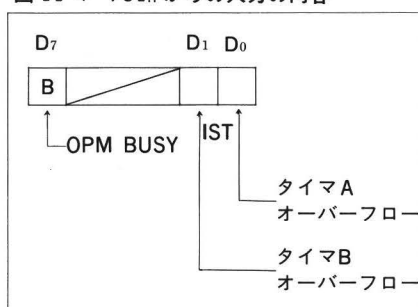
図 11-3　レジスタマップ(20H～FFH)

	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	20H	21H	22H	23H	24H	25H	26H	27H	R	L	FEED BACK			ALG		
	28H	29H	2AH	2BH	2CH	2DH	2EH	2FH	／	KEY CODE						
	30H	31H	32H	33H	34H	35H	36H	37H	KEY FRACTION						／	
	38H	39H	3AH	3BH	3CH	3DH	3EH	3FH	／	PMS			／		AMS	
OP1	40H	41H	42H	43H	44H	45H	46H	47H	／	DT1			MUL			
OP2	50H	51H	52H	53H	54H	55H	56H	57H								
OP3	48H	49H	4AH	4BH	4CH	4DH	4EH	4FH								
OP4	58H	59H	5AH	5BH	5CH	5DH	5EH	5FH								
OP1	60H	61H	62H	63H	64H	65H	66H	67H	／	TL						
OP2	70H	71H	72H	73H	74H	75H	76H	77H								
OP3	68H	69H	6AH	6BH	6CH	6DH	6EH	6FH								
OP4	78H	79H	7AH	7BH	7CH	7DH	7EH	7FH								
OP1	80H	81H	82H	83H	84H	85H	86H	87H	KS		／	AR				
OP2	90H	91H	92H	93H	94H	95H	96H	97H								
OP3	88H	89H	8AH	8BH	8CH	8DH	8EH	8FH								
OP4	98H	99H	9AH	9BH	9CH	9DH	9EH	9FH								
OP1	A0H	A1H	A2H	A3H	A4H	A5H	A6H	A7H	AMS-EN	／		1DR				
OP2	B0H	B1H	B2H	B3H	B4H	B5H	B6H	B7H								
OP3	A8H	A9H	AAH	ABH	ACH	ADH	AEH	AFH								
OP4	B8H	B9H	BAH	BBH	BCH	BDH	BEH	BFH								
OP1	C0H	C1H	C2H	C3H	C4H	C5H	C6H	C7H	DT2		／	2DR				
OP2	D0H	D1H	D2H	D3H	D4H	D5H	D6H	D7H								
OP3	C8H	C9H	CAH	CBH	CCH	CDH	CEH	CFH								
OP4	D8H	D9H	DAH	DBH	DCH	DDH	DEH	DFH								
OP1	E0H	E1H	E2H	E3H	E4H	E5H	E6H	E7H	1DL				RR			
OP2	F0H	E1H	F2H	F3H	F4H	F5H	F6H	F7H								
OP3	E8H	E9H	EAH	EBH	ECH	EDH	EEH	EFH								
OP4	F8H	F9H	FAH	FBH	FCH	FDH	FEH	FFH								

る。私は連載時にここで**タコってしまってわんわんわわん，わんわんわわん**だったのである。YAMAHA は一体どういう理由でこんなことをしたのであろうか？　まったく理解に苦しむのである。

ところで，「レジスタに書き込むのは分かったが，それじゃ読み出せるのか？」という疑問が湧くであろう。実はレジスタの値は読み出せないのである。その代わりと言ってはなんだが，OPM では，

INP (&H701)

図 11-4　701H からの入力の内容

とすると，**図 11-4** のようなステータスが得られるのである。これにおいて，ビット 7 は「ただいま私こと OPM は BUSY ですので，データを OUT しないでください」ということなのである。OPM のマニュアルによると直前にデータを書き込んだ後 64 クロックの間 BUSY になるそうである。よって本当はこのビットが 0 になっていることを確認してからデータを送らなければならないのであるが，64 クロックといえばあっという間であるからよほどのことがない限り無視してよいだろう。ビット 1，0 の IST(たぶんインタラプト・ステータスのことであろう）というのはオーバーフロー（割り込み）を起こした（OPM 内蔵の）タイマを示しているのだが，CZ-8BS1 ではこれらの割り込み機能は使えない（使う必要もない)ので説明はしない。どうしても知りたい人は参考文献 6 の YM 2151 のマニュアルを見ていただきたい。また，CZ-8BS1 を持っている人ならば「取扱説明書」も持っているはずであるから，それも参考にしていただきたい。

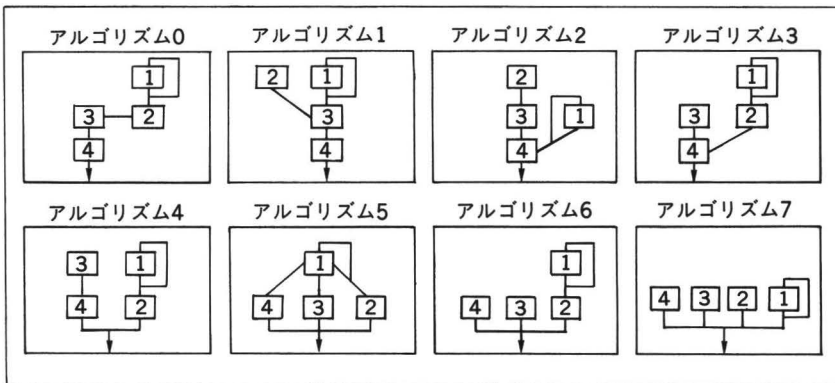
ではここからねっとりと解説するのであるが，ここの解説だけで OPM がきちんと理解できるとは思わないように。シンセサイザの世界は，また**一味違ったその筋**な世界らしいのである。

OPMの基本

OPM には 8 チャンネル (8 ボイス) があるわけなのだが，それぞれのチャンネルはさらに 4 個のオペレータを組み合わせることによってでき上がっている。その四つのオペレータの組み合わせ方には 8 パターンが用意されていて，それが「アルゴリズム」と呼ばれるものである。そのアルゴリズムを**図 11-5** に示す。VIP (CZ-8BS1 に付属のソフト) ではどういうわけか 1 〜 8 となっているのだが，ここでは 0 〜 7 として説明する。ところで，これら八つのアルゴリズムを見ると，1 番(OP1)にだけ自分から出て，また自分に戻る道筋が書かれていることに気付くであろう。これがフィードバック（FEED BACK）というやつである。後で出てくるから覚えておくよーに。

オペレータとは一体いかなるものかというと，基本的にこれは「サイン波発生回路」なのである。ただし単純にサイン波を出すだけのものではなく，あれこれといじることが可能で，それを利用していろいろな音を作れるのである。

さて，シンセサイザのイロハとも言えるのが**図 11-6** の「エンベロープ」である (SSG：

図 11-5　**アルゴリズム8態**

AY-3-8910のエンベロープとはちょいと違うので注意)。これは例のアタックレート，ディケイレート，サスティーンレート，サスティーンレベル，リリースレートというやつである。これは出力の時間変化なのである。で，先程も書いたようにOPMには8チャンネルあり，それぞれにオペレータが4個ずつあるのである。つまり全部で8×4＝32個のオペレータがある。そして恐ろしいことに，これら32個のオペレータに，それぞれ独立にエンベロープを指定できるのである。さらにはそれぞれのオペレータの周波数を0.5倍〜25.95倍の間でずらしたり，さらには微妙にプラス/マイナスしたりも可能なのである。つまりはそのよーにして，微妙に周波数，出力をずらしたサイン波発生回路をあれこれと組み合わせて音を作っていくのである。そしてこれが肝心なのだが，FM音源において「組み合わせ」というのは「足し合わせる」だけではなく，重関数も可能なのである。すなわち，

$$SIN(2\omega t+d_1)+SIN(\omega t+d_2)$$

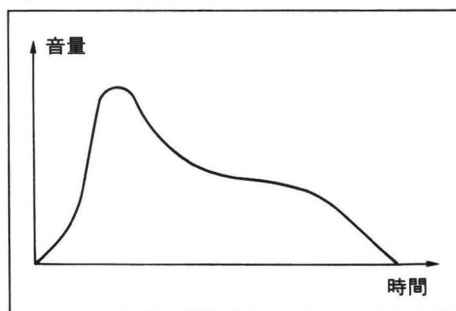
のようなタイプだけではなく，

$$SIN(\omega SIN(2\omega t+d_1)+d_2)$$

などのような組み合わせができるのである。で，オペレータは4個もあるわけだ。さらにOP1は自分の出力を自分に与えたりもできるのである。となると，

$$SIN(SIN(SIN(\cdots)+d_1)+d_2)$$

というような波形を作ることもできるのである。となれば，「これだけ複雑なことができる

図 11-6　**エンベロープ**

のだから，きっといろんな音を出すことができるような気がする」であろう。ほ〜ら，あなたはだんだんそんな気になってきた。**ワン，ツウ，スリー**である。

OPMのレジスタである

というところで，ねっとりとレジスタの解説を始めるのである。

● 01_H：LFO RESET（TEST）

このレジスタはもともと工場でのテスト用にあるものだが，このレジスタの第1ビットを立ち下げると（「1」→「0」）LFOのリセットが行なわれる。

LFOとはLow Frequency Oscillator＝低周波発振回路のことである。これは音を微妙に震わせるために付いているのだ。音の震わせ方には，

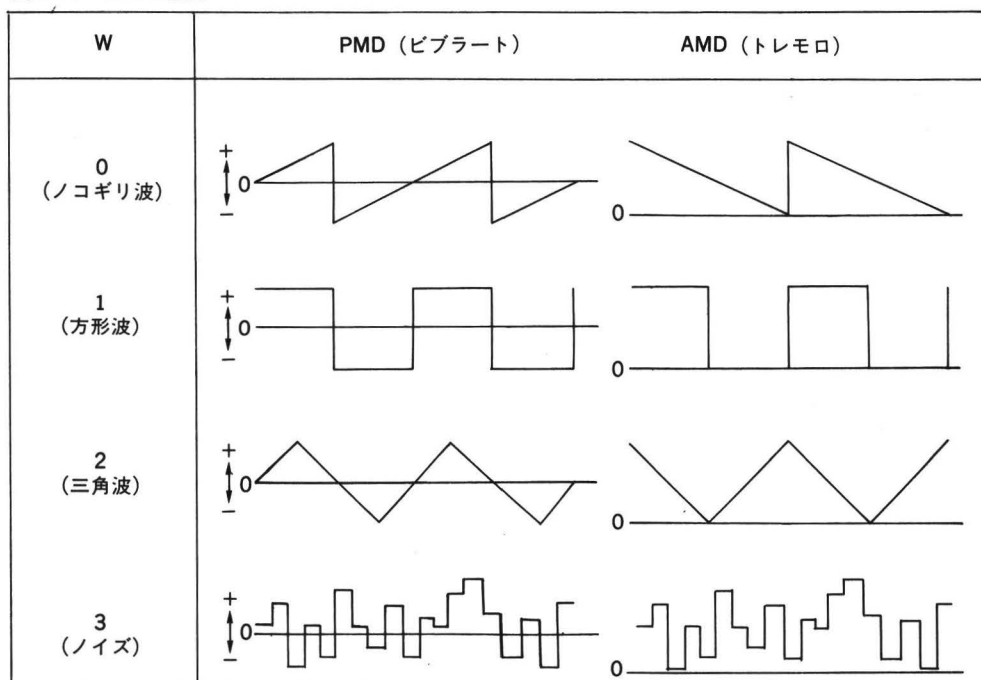
　ビブラート：音程（周波数）が上下する

　トレモロ：音量（音の大きさ）が上下する

の2とおりがある。LFOはこれらの「震え」の種になるものなのである。LFOには**図11-7**に示すような波形が用意されており，リセットとはこれらの「波形の左端から始めるようにする」ということなのである。

ちなみにSSG（AY-3-8910）の「エンベロープ」はトレモロに相当するものである。

図11-7　LFOの波形

W	PMD（ビブラート）	AMD（トレモロ）
0 （ノコギリ波）	+ 0 −	0
1 （方形波）	+ 0 −	0
2 （三角波）	+ 0 −	0
3 （ノイズ）	+ 0 −	0

● 08_H：KEY ON/OFF

これはそれぞれのチャンネルのそれぞれのオペレータのON/OFFを指定するものである。たとえばこのレジスタに「1011010_B」を書き込むと，下3ビットが010_B＝2で，その

上の4ビットが1011_Bだから，チャンネル2のOP4，OP2，OP1がON，OP3がOFFになるのである。たいていの場合はオペレータをすべて使うから，ここにチャンネルナンバーを書けばOFF，それに$+1111000_B=78_H$したものを書けばONということになる。

● $0F_H$：NE/NFREQ

OPMでは第7チャンネルのOP4だけがノイズモードを持っているのである。NE＝1でノイズモードになる。NFREQはSSGのR6（ノイズ周波数）と同じようなものである。5ビット幅で大体の周波数を決めるのである。ノイズに周波数というのも変なのであるが，ま，そんなものなのである。ところでOPMではこのノイズ機能はほとんどお呼びではないのである。現実にVIPはこの機能を使っていないのである。なぜかというと，フィードバックを使うとノイズに近い音が出せてしまうからなのである。よって「チャンネル7のOP4だけ」という制限も加わって，この機能は無視する。

● 10_H，11_H，12_H：CLKA，B

これはOPM内蔵のタイマの設定値である。CZ-8BS1では使わないのでいい加減に説明しておく。まずタイマAは10ビットからなる。A_1が上位，A_2が下位である。その10ビットの値（0～1023）をN_Aとすると，タイマAの周期T_Aは，

$$T_A=\frac{64\times(1024-N_A)}{f_M}$$

となる。f_MはOPMに供給されているクロックで，X1では4MHzである。よってT_Aの最大値は16.38 ms，最小値は16 μsである。

タイマBは8ビットで，

$$T_B=\frac{1024\times(256-CLKB)}{f_M}$$

となっている。よって，$256\,\mu s<T_B<65.536\,ms$である。

● 14_H：タイマコントロール

LOADがタイマの動作開始，IRQENが割り込みを起こすかどうかのフラグ（CZ-8BS1では使えない），F RESETがオーバーフローフラグ（前述のISTである）のリセットとなっている。どれも「1」で機能する。CSM＝1とするとタイマAがオーバーフローしたときにすべてのオペレータを同時にONにすることができる。ちょっと目には便利そうであるが，割り込み機能が使えないのでほとんど意味がない。ちなみになぜこの割り込み機能が使えないかというと，Z80のモード2の割り込みに対応できないからなのだ。PIOを間に入れればどうにかできるが，それならいっそのこと汎用性の高いCTCを使ってしまえということになる。

なお，オーバーフローが起きればISTの対応するビットは1になっている。

● 18_H：LFRQ

LFOの周波数を決めるレジスタである。LFRQの値と実際の周波数の関係は**表11-1**のようになっている。この表には規則性があって，

$$f_l\fallingdotseq\frac{f_M\times 2^{(LFRQ/16)}}{4295\times 10^6}$$

となっている。

表 11-1　LFOの周波数

LFRQ	周波数 (Hz)	LFRQ	周波数 (Hz)	LFRQ	周波数 (Hz)	LFRQ	周波数 (Hz)
FF	59.1278	BF	3.6955	7F	0.2310	3F	0.0144
FE	57.2205	BE	3.5763	7E	0.2235	3E	0.0140
FD	55.3131	BD	3.4571	7D	0.2161	3D	0.0135
FC	53.4058	BC	3.3379	7C	0.2086	3C	0.0130
FB	51.4984	BB	3.2187	7B	0.2012	3B	0.0126
FA	49.5911	BA	3.0994	7A	0.1937	3A	0.0121
F9	47.6837	B9	2.9802	79	0.1863	39	0.0116
F8	45.7764	B8	2.8610	78	0.1788	38	0.0112
F7	43.8690	B7	2.7418	77	0.1714	37	0.0107
F6	41.9617	B6	2.6226	76	0.1639	36	0.0102
F5	40.0543	B5	2.5034	75	0.1565	35	0.0098
F4	38.1470	B4	2.3842	74	0.1490	34	0.0093
F3	36.2396	B3	2.2650	73	0.1416	33	0.0088
F2	34.3323	B2	2.1458	72	0.1341	32	0.0084
F1	32.4249	B1	2.0266	71	0.1267	31	0.0079
F0	30.5176	B0	1.9073	70	0.1192	30	0.0075
EF	29.5639	AF	1.8477	6F	0.1155	2F	0.0072
EE	28.6102	AE	1.7881	6E	0.1118	2E	0.0070
ED	27.6566	AD	1.7285	6D	0.1080	2D	0.0068
EC	26.7029	AC	1.6689	6C	0.1043	2C	0.0065
EB	25.7492	AB	1.6093	6B	0.1006	2B	0.0063
EA	24.7955	AA	1.5497	6A	0.0969	2A	0.0061
E9	23.8419	A9	1.4901	69	0.0931	29	0.0058
E8	22.8882	A8	1.4305	68	0.0894	28	0.0056
E7	21.9345	A7	1.3709	67	0.0857	27	0.0054
E6	20.9808	A6	1.3113	66	0.0820	26	0.0051
E5	20.0272	A5	1.2517	65	0.0782	25	0.0049
E4	19.0735	A4	1.1921	64	0.0745	24	0.0047
E3	18.1198	A3	1.1325	63	0.0708	23	0.0044
E2	17.1661	A2	1.0729	62	0.0671	22	0.0042
E1	16.2125	A1	1.0133	61	0.0633	21	0.0040
E0	15.2588	A0	0.9537	60	0.0596	20	0.0037
DF	14.7820	9F	0.9239	5F	0.0577	1F	0.0036
DE	14.3051	9E	0.8941	5E	0.0559	1E	0.0035
DD	13.8283	9D	0.8643	5D	0.0540	1D	0.0034
DC	13.3514	9C	0.8345	5C	0.0522	1C	0.0033
DB	12.8746	9B	0.8047	5B	0.0503	1B	0.0031
DA	12.3978	9A	0.7749	5A	0.0484	1A	0.0030
D9	11.9209	99	0.7451	59	0.0466	19	0.0029
D8	11.4441	98	0.7153	58	0.0447	18	0.0028
D7	10.9673	97	0.6855	57	0.0428	17	0.0027
D6	10.4904	96	0.6557	56	0.0410	16	0.0026
D5	10.0136	95	0.6258	55	0.0391	15	0.0024
D4	9.5367	94	0.5960	54	0.0373	14	0.0023
D3	9.0599	93	0.5662	53	0.0354	13	0.0022
D2	8.5831	92	0.5364	52	0.0335	12	0.0021
D1	8.1062	91	0.5066	51	0.0317	11	0.0020
D0	7.6294	90	0.4768	50	0.0298	10	0.0019
CF	7.3910	8F	0.4619	4F	0.0289	0F	0.0018
CE	7.1526	8E	0.4470	4E	0.0279	0E	0.0017
CD	6.9141	8D	0.4321	4D	0.0270	0D	0.0017
CC	6.6757	8C	0.4172	4C	0.0261	0C	0.0016
CB	6.4373	8B	0.4023	4B	0.0251	0B	0.0016
CA	6.1989	8A	0.3874	4A	0.0242	0A	0.0015
C9	5.9605	89	0.3725	49	0.0233	09	0.0015
C8	5.7220	88	0.3576	48	0.0224	08	0.0014
C7	5.4836	87	0.3427	47	0.0214	07	0.0013
C6	5.2452	86	0.3278	46	0.0205	06	0.0013
C5	5.0068	85	0.3129	45	0.0196	05	0.0012
C4	4.7684	84	0.2980	44	0.0186	04	0.0012
C3	4.5300	83	0.2831	43	0.0177	03	0.0011
C2	4.2915	82	0.2682	42	0.0168	02	0.0010
C1	4.0531	81	0.2533	41	0.0158	01	0.0010
C0	3.8147	80	0.2384	40	0.0149	00	0.0009

● 19_H：F，PMD or AMD

ビット7は指定した値がPMD用であるかAMD用であるかを区別するためのものである。F＝1でPMDに，F＝0でAMDに使われる。想像するに，OPMの内部にはPMD用とAMD用の**二つ**の7ビットの隠れワークエリアがあるのだ。そしてビット7＝Fは，ビット0～6の値をPMDのワークエリアの方に送るか，それともAMDの方に送るかのフラグになっているわけである。

AMD，PMDは0～127の値を設定するわけだが，これは早い話が，LFOのかかり具合を決めるものである。ただし，ここだけですべて決まるものではない。詳しくは後程説明する。

ところでどーして素直に19_Hと$1A_H$の二つのレジスタに分けなかったのだろう。不可解である。

● $1B_H$：CT_1，CT_2，W

CT_1，CT_2は外部をコントロールするためのものである。YM2151にはCT_1，CT_2というピンがあって，そこに直行しているのである。つまり2ビットだけの汎用出力ポートである。X1では使えない。

WはLFOの波形を指定するものである。値と波形の関係は図11-7である。LFOがPMDに使われるかAMDに使われるかで少し違うことに注意。

ここから先は図11-3の方に差しかかってくるわけである。8個のチャンネルはすべて同じであるからこれから先はチャンネル0を対象とする。もしもチャンネル3を扱うのならレジスタ番号を＋3すればよいだけ（以下同様）の話なのである。

● 20_H：RL，FB，ALG

ビット7，6はそのチャンネルの出力の右左を決めるものである。図11-3では左側になっているビット7がR（右出力指定）でビット6がLであることに注意。FBはOP1のフィードバック（自己変調）の深さを決めるものである。0ならば自己変調はなしである。資料には**表11-2**が載っているが，「$\pi/8$」が一体何を表しているのかは，私の知ったことではない。とにかくFBを大きくするとノイズっぽい「ジャ～ン」という音になっていく。ALGは前述のアルゴリズムを指定するものである。

表11-2　フィードバックの深さ

FB	0	1	2	3	4	5	6	7
レベル	OFF	$\pi/16$	$\pi/8$	$\pi/4$	$\pi/2$	π	2π	4π

● 28_H：KEY CODE

● 30_H：KEY FRACTION

これは音階を指定するレジスタである。KEY CODEの方はドレミの音階，KEY FRACTIONの方は微調整用である（半音＝100セントとして1.6セント刻みで64段階＝0～100.8セントを調整できる)。さて，OPMは実は3.58 MHzで使うように設計されているのだが，CZ-8BS1では4MHzで動かしているのだ。よって音階の指定は本来のデータと違ってしまうのである。それでどうするかというと，KEY FRACTIONに5を指定

し，後はKEY CODEを半音二つ分下げてやるのである。よって本来の3.58 MHzでは

ド，　レ，　ミ，　ファ，　ソ，　ラ，　シ，　ド　は，

$3E_H$，41_H，44_H，45_H，48_H，$4A_H$，$4D_H$，$4E_H$

に対応するのであるが，CZ-8BS1では，

$3C_H$，$3E_H$，41_H，42_H，45_H，48_H，$4A_H$，$4C_H$

となるのである。ドが「？C_H」になったのであるから分かりやすくなったとも思えるがよう分からん。なお，KEY CODEに10_Hを加えると1オクターブ上の音になるのである。**表11-3**を参照のこと。

表11-3　4MHz動作時のキーコード(KEY FRACTION＝5とすること)

KEY CODE	$+0C_H$	$+0D_H$	$+0E_H$	$+0F_H$	$+10_H$	$+11_H$	$+12_H$	$+13_H$	$+14_H$	$+15_H$	$+16_H$	$+17_H$	$+18_H$	$+19_H$	$+1A_H$	$+1B_H$
音　程	C	C#	D	(D#)	D#	E	F	(F#)	F#	G	G#	(A)	A	A#	B	(+C)

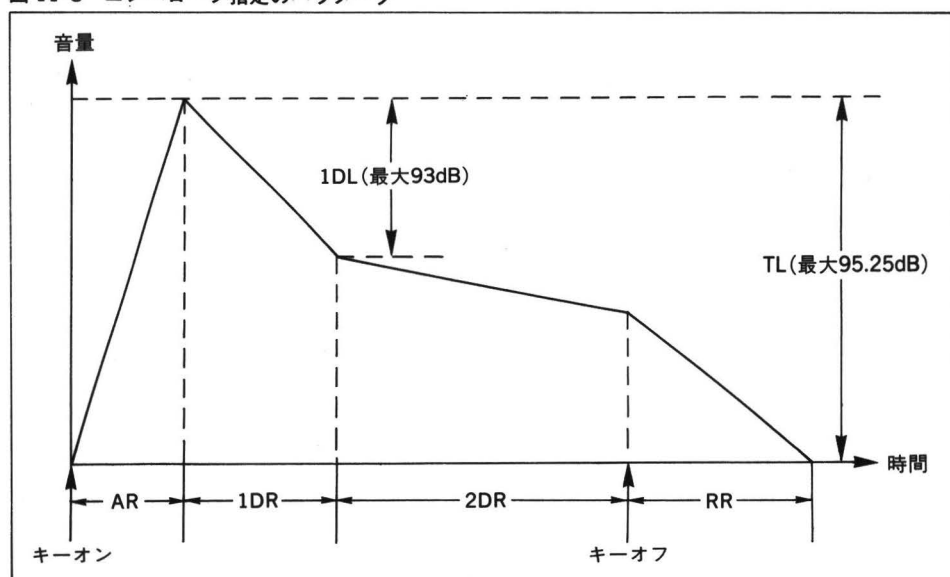
● 38_H：PMS，AMS

これは19_HのPMD or AMDと関係あるところである。後でまとめて解説する。

● 40_H以降はレジスタ番号順ではなく，機能ごとにまとめて説明する。

① AR，1DR，2DR，1DL，RR，TL，KS

これらはエンベロープに関係するパラメータである。**図11-8**に示したような機能を持っている。図からは逆のような感じがするかもしれないが，AR(アタックレート)，1DR(ファーストディケイレート)，2DR（セカンドディケイレート)，RR（リリースレート）は大きければ大きいほどエンベロープの変化が速くなるのである。1DL(ファーストディケイレベル)は少し違って，1DR→2DRの切り換え点を示すものである。ARで最大に達した出

図11-8　エンベロープ指定のパラメータ

力が1DRで指定された速度で1DL分減ったところで減り方が2DRに従うように切り換えられるのである。つまり，

1) AR：キーオンになったら，とにかくこの速さで最大の出力に達しなさい（キーオン，キーオフはレジスタ08_Hで指定するんでしたねっ）。

2) 1DR：ARで最大に達した後はこの速さで減っていきなさい。ただし1DLで指定された分だけですよ。

3) 2DR：1DL分減りましたね。では今からこの2DRで指定する速さで減っていきなさい。ただしキーオフになるまでです。

4) RR：キーオフになった後はRRで指定した速さで減りなさい。はいよくできました。

となっているのである。そして最後のTL（トータルレベル）は要するに音量なのである。TLは0で最大，255で最小の出力となる。逆であるから注意のこと。

で，問題は「速さ」は具体的にどうなっているのかである。それは**表11-4，11-5**なのであるが，これにはKS(キースケーリング)が絡んでくるのである。キースケーリングとはどういうものかというと，

音の高さに応じてエンベロープの変化も速くする（そういうモードも付けておこう）

表 11-4 KS, KC′→R_{KS}

KC′ \ KS	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	2
3	0	0	1	3
4	0	1	2	4
5	0	1	2	5
6	0	1	3	6
7	0	1	3	7
8	1	2	4	8
9	1	2	4	9
10	1	2	5	10
11	1	2	5	11
12	1	3	6	12
13	1	3	6	13
14	1	3	7	14
15	1	3	7	15

KC′ \ KS	0	1	2	3
16	2	4	8	16
17	2	4	8	17
18	2	4	9	18
19	2	4	9	19
20	2	5	10	20
21	2	5	10	21
22	2	5	11	22
23	2	5	11	23
24	3	6	12	24
25	3	6	12	25
26	3	6	13	26
27	3	6	13	27
28	3	7	14	28
29	3	7	14	29
30	3	7	15	30
31	3	7	15	31

表 11-5 出力変化時間表

A 10%↔90%

ATTACK TIME		DECAY TIME	
RATE	ms(10%→90%)	RATE	ms(90%→10%)
63	0.00	63	1.22
62	0.24	62	1.22
61	0.24	61	1.22
60	0.24	60	1.22
59	0.30	59	1.39

B 0%↔100%

ATTACK TIME		DECAY TIME	
RATE	ms(0%→100%)	RATE	ms(100%→0%)
63	0.00	63	6.02
62	0.47	62	6.02
61	0.47	61	6.02
60	0.47	60	6.02
59	0.57	59	8.03

58	0.36	58	1.62	58	0.67	58	8.03
57	0.42	57	1.95	57	0.81	57	9.63
56	0.59	56	2.43	56	1.00	56	12.04
55	0.55	55	2.78	55	1.09	55	13.77
54	0.65	54	3.26	54	1.27	54	16.06
53	0.78	53	3.89	53	1.53	53	19.27
52	0.98	52	4.87	52	1.91	52	24.08
51	1.12	51	5.57	51	1.99	51	27.52
50	1.31	50	6.49	50	2.33	50	32.11
49	1.57	49	7.79	49	2.78	49	38.53
48	1.96	48	9.74	48	3.48	48	48.16
47	2.24	47	11.12	47	3.98	47	55.04
46	2.61	46	12.99	46	4.65	46	64.22
45	3.13	45	15.58	45	5.58	45	77.06
44	3.91	44	19.48	44	6.97	44	96.33
43	4.48	43	22.26	43	7.97	43	110.09
42	5.22	42	25.96	42	9.29	42	128.43
41	6.27	41	31.16	41	11.15	41	154.12
40	7.87	40	38.95	40	13.94	40	192.65
39	8.95	39	44.52	39	15.93	39	220.17
38	10.44	38	52.83	38	18.58	38	212.12
37	12.52	37	62.32	37	22.30	37	308.25
36	15.65	36	77.90	36	27.88	36	385.31
35	17.89	35	89.03	35	31.86	35	440.35
34	20.87	34	103.86	34	41.53	34	513.74
33	25.05	33	124.64	33	44.60	33	616.48
32	31.32	32	155.80	32	55.75	32	770.60
31	35.78	31	177.43	31	63.72	31	835.95
30	41.75	30	207.74	30	74.34	30	1027.48
29	50.10	29	249.28	29	89.20	29	1232.97
28	62.62	28	311.60	28	111.51	28	1541.22
27	71.57	27	356.12	27	127.43	27	1761.39
26	83.50	26	415.47	26	148.68	26	2296.04
25	100.20	25	498.57	25	178.41	25	2465.94
24	125.26	24	623.21	24	223.01	24	3082.42
23	143.15	23	712.23	23	254.87	23	3522.77
22	167.01	22	830.94	22	297.35	22	4109.90
21	200.40	21	997.13	21	356.82	21	4931.89
20	250.50	20	1246.41	20	446.02	20	6164.86
19	286.29	19	1424.47	19	509.74	19	7045.55
18	334.01	18	1661.88	18	594.69	18	8228.76
17	400.81	17	1994.26	17	713.63	17	9863.77
16	501.01	16	2492.83	16	892.04	16	12329.71
15	572.59	15	2848.95	15	1019.48	15	14091.09
14	668.01	14	3323.77	14	1189.38	14	16439.61
13	801.62	13	3988.52	13	1427.27	13	19727.54
12	1002.02	12	4985.65	12	1784.08	12	24659.42
11	1145.16	11	5697.88	11	2038.95	11	28182.20
10	1336.02	10	6647.53	10	2378.78	10	32879.23
9	1603.23	9	7977.05	9	2854.53	9	39455.07
8	2004.04	8	9971.30	8	3568.16	8	49318.84
7	2290.32	7	11395.78	7	4077.90	7	56364.40
6	2672.05	6	13295.07	6	4757.55	6	65758.46
5	3206.45	5	15954.08	5	5709.06	5	78910.15
4	4008.07	4	19942.60	4	7136.33	4	98637.69
3	無限大	3	無限大	3	無限大	3	無限大
2	無限大	2	無限大	2	無限大	2	無限大
1	無限大	1	無限大	1	無限大	1	無限大
0	無限大	0	無限大	0	無限大	0	無限大

というものである。保証の限りではないがそうした方がより自然な音色になるそうなのである。ではキースケーリングを説明する。

まずはRを求める。AR，1DR，2DRの場合ならばそれらの値（レジスタに書き込んだ値）がRそのものであるが，そうではなくて，もしもRRの場合ならば，

$$R=2\times RR+1$$

とするのである。

次に表11-4を使ってR_{KS}を求める。横のカギがKS(0～3)，縦のカギがKEY CODEの上位5ビット=KC′(0～31)である。たとえばKS=2，KEY CODE=$4E_H$=0101110_Bとすると，KC′=01011_B=11となるので表よりR_{KS}は5となる。

RとR_{KS}が求められたならば，

$$RATE=MAX(2\times R+R_{KS},\ 63)$$

とする。つまり，RATEの上限を63に制限するのである。このRATEを使い，表11-5A，11-5Bから時間を計算することになる。表11-5Aの方は出力が10%↔90%の変化をする時間，表11-5Bの方は0%↔100%の変化をする時間となっている。で，両方の表とも左側はアタックレート（AR）によって増加する時間，右側はディケイレート（1DR，2DR，RR）によって減少する時間である。単位はすべてms(1/1000秒）となっている。

あと説明が必要なのが1DLであるが，これは，

減衰量=1DL×3(dB)

となっている。ただし，1DLが最大の15のときはさらに+48dBすることになっている（つまり最大減衰量は15×3+48=93dB)。dBとは減衰量を表す単位で，デシベルと読む。ベルとは電話を発明したグラハム・ベルに由来した単位である。TLの方は，

減衰量=TL×0.75(dB)

となっており，これの最大減衰量は95.25dBである。大体の目安となるであろう。

② DT1，DT2，MUL

これらKEY CODEとKEY FRACTIONで決めた周波数を微調節するパラメータである。KEY CODEとKEY FRACTIONは各チャンネルに一つだが，DT1，DT2，MULは各オペレータごとに設定が可能である。すなわち一つのチャンネルでオペレータが別々の周波数で動作するのだ。まずは**表11-6**である。横のカギがMUL（0～15)，縦のカギがDT2（0～3）である。この表から得られた値をFr（FREQUENCY RATIO）とする。

表11-6　DT2，MUL→Fr表

DT2 ＼ MUL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0→1倍	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
1→$\sqrt{2}$倍	0.71	1.41	2.82	4.24	5.65	7.07	8.46	9.89	11.30	12.72	14.10	15.55	16.96	18.37	19.78	21.20
2→$\sqrt{2.5}$倍	0.78	1.57	3.14	4.71	6.28	7.85	9.42	10.99	12.56	14.13	15.70	17.27	18.84	20.41	21.98	23.55
3→$\sqrt{3}$倍	0.87	1.73	3.46	5.19	6.92	8.65	10.38	12.11	13.84	15.57	17.30	19.03	20.76	22.49	24.22	25.95

表 11-7　KC′, DT1→Fd 表

KC′ \ DT1	セント(半音＝100セント)				Hz			
	0	±1	±2	±3	0	±1	±2	±3
0	0.000	0.000	5.025	10.036	0.000	0.000	0.053	0.107
1	0.000	0.000	4.228	8.445	0.000	0.000	0.053	0.107
2	0.000	0.000	3.559	7.110	0.000	0.000	0.053	0.107
3	0.000	0.000	2.993	5.980	0.000	0.000	0.053	0.107
4	0.000	2.515	5.025	5.025	0.000	0.053	0.107	0.107
5	0.000	2.115	4.228	6.338	0.000	0.053	0.107	0.160
6	0.000	1.778	3.555	5.330	0.000	0.053	0.107	0.160
7	0.000	1.496	2.990	4.483	0.000	0.053	0.107	0.160
8	0.000	1.258	2.515	5.025	0.000	0.053	0.107	0.213
9	0.000	1.057	3.170	4.225	0.000	0.053	0.160	0.213
10	0.000	0.889	2.667	3.555	0.000	0.053	0.160	0.213
11	0.000	0.748	2.242	3.735	0.000	0.053	0.160	0.267
12	0.000	1.258	2.515	3.143	0.000	0.107	0.213	0.267
13	0.000	1.057	2.114	3.170	0.000	0.107	0.213	0.320
14	0.000	0.889	1.778	2.667	0.000	0.107	0.213	0.320
15	0.000	0.748	1.869	2.615	0.000	0.107	0.267	0.373
16	0.000	0.629	1.572	2.515	0.000	0.107	0.267	0.427
17	0.000	0.793	1.566	2.114	0.000	0.160	0.320	0.427
18	0.000	0.667	1.334	2.001	0.000	0.160	0.320	0.480
19	0.000	0.561	1.308	1.869	0.000	0.160	0.373	0.533
20	0.000	0.629	1.258	1.729	0.000	0.213	0.427	0.587
21	0.000	0.529	1.057	1.566	0.000	0.213	0.427	0.640
22	0.000	0.445	1.001	1.445	0.000	0.213	0.480	0.693
23	0.000	0.467	0.935	1.308	0.000	0.267	0.533	0.747
24	0.000	0.393	0.865	1.258	0.000	0.267	0.587	0.853
25	0.000	0.397	0.793	1.123	0.000	0.320	0.640	0.907
26	0.000	0.334	0.723	1.056	0.000	0.320	0.693	1.013
27	0.000	0.327	0.654	0.935	0.000	0.373	0.747	1.067
28	0.000	0.315	0.629	0.865	0.000	0.427	0.853	1.173
29	0.000	0.315	0.629	0.865	0.000	0.427	0.853	1.173
30	0.000	0.315	0.629	0.865	0.000	0.727	0.853	1.173
31	0.000	0.315	0.629	0.865	0.000	0.427	0.853	1.173

次にDT1（－3～＋3）と，先程出てきたKEY CODEの上位5ビット分の値，KC′を使って**表11-7**からFdを得る。DT1はレジスタ40_H～$5F_H$の第6，5，4ビットであるが，第6ビットを符号ビットと解釈するのである。そしてFdとDT1の符号は同じにすること。つまりKC′＝11，DT1＝－2であったなら，Fd＝－0.160(Hz)＝－2.242(セント)となる。

以上のようにFrとFdが求められたなら，KEY CODEとKEY FRACTION（＋LFOによる震え）で決まっていた周波数Fに対して，

$$F' = F \times Fr + Fd$$

としてこのF′を各オペレータの周波数とするのである。繰り返すがF′は各オペレータごとに変えることができるのである。

③　PMD，AMD，PMS，AMS，AMD-EN

いよいよ最後である。これは**図11-9**を見ていただくと一目瞭然であろう。そして，PMD or AMDが最大（つまり127）のときのPMSのかかり具合は**表11-8**である。PMS＝7の

図 11-9　パラメータの流れ

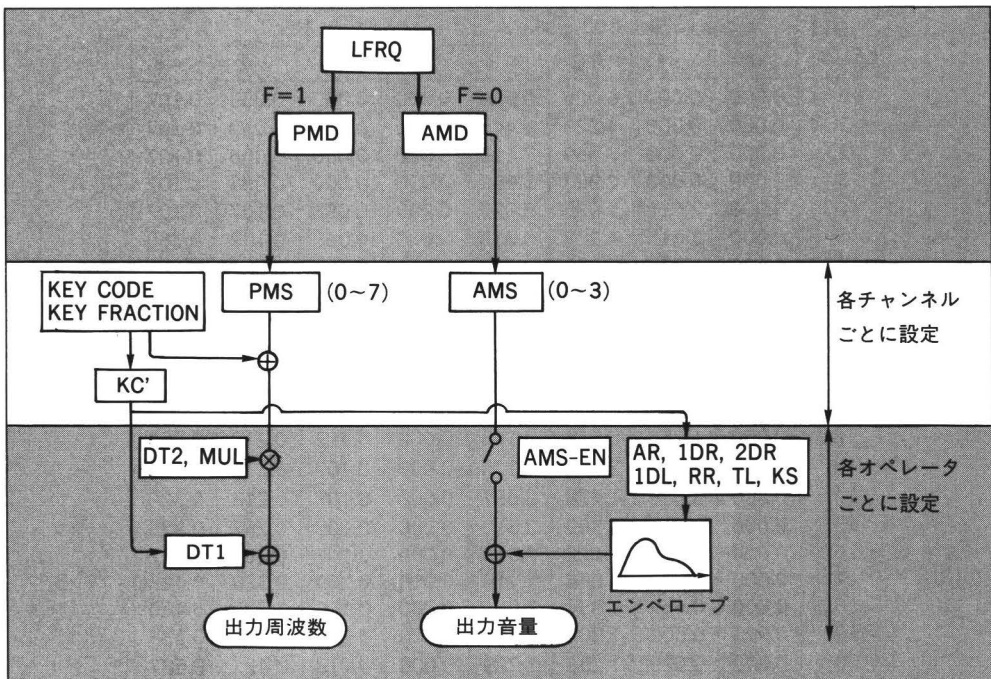



表 11-8　PMS による変調度(PMD＝127 のとき)

PMS	0	1	2	3	4	5	6	7
最大変調度(セント) (半音＝100 セント)	0	±5	±10	±20	±50	±100	±400	±700

ときは 700 セントであるから，つまりは半音 7 個分なのである。AMD の方は，減衰量は AMD×23.90625 (dB) で与えられる。そうなると AMD＝3 の最大時では 95.625 dB なのである。TL による最大減衰量が 95.25 dB であるから，要するに AMD を最大限にかけると谷底で出力は 0 になってしまうのである。

というところで OPM のレジスタの説明は終わりである。これだけではわけが分からないかもしれないので，ちょいとサンプルを載せておく。**リスト 11-1** が VIP の NEWTONE から持ってきたピアノの音色データである。**リスト 11-2** の 231～232 行を挿入して，480 行以降を書き換えるとドミソの和音となる。なおデータ文中の数値は 2 桁ならば 16 進数，1 桁もしくは 3 桁ならば 10 進数，それ以外ならば 2 進数と解釈されるようになっている。データ分を適当に書き換えて OPM を**いじりまわして**いただきたい。

リスト 11-1　ピアノ

```
100 READ R$:R1$=LEFT$(R$,1):IF R1$="!" THEN END
110 IF R1$="P" THEN PAUSE VAL(MID$(R$,2,255)):GOTO 100
120 R=VAL("&H"+R$)
130 READ D$:DL=INSTR(D$," ")
140 IF DL=0 THEN DL=LEN(D$)+1
```

```
150 ON DL GOTO 170,170,180,170
160 E$="&B":GOTO 190
170 E$="":GOTO 190
180 E$="&H"
190 D=VAL(E$+D$):'IF D<>0 THEN PRINTHEX$(R),D
200 GOSUB"SFM":GOTO 100
210 '
220 LABEL"SFM"
230 'WHILE(INP(&H701) AND &H80):WEND
240 OUT &H700,R
250 OUT &H701,D
260 RETURN
270 '
280 DATA 01,02,01,00     :'TEST
290 DATA 08,00,08,01,08,02,08,03:'KEY OFF (0-3)
300 DATA 08,04,08,05,08,06,08,07:'KEY OFF (4-7)
310 DATA 0F,00000000              :'NE/FREQ
320 DATA 10,00,11,00,12,00,14,00:'CLK A1,A2,B
330 DATA 18,220          :'LFRQ
340 DATA 19,00000100     :'PMD/AMD
350 DATA 1B,00000010     :'CT/W
360 DATA 20,11111010     :'RL/FL/CON
370 DATA 30,00010100     :'KF
380 DATA 38,00010001     :'PMS/AMS
390 DATA 40,01010001     :'DT1/MUL(1)
400 DATA 50,01110001     :'DT1/MUL(2)
410 DATA 48,00100101     :'DT1/MUL(3)
420 DATA 58,00010001     :'DT1/MUL(4)
430 DATA 60,037,70,062,68,077,78,010:'TL(1-4)
440 DATA 80,5F,90,56,88,5D,98,9F:'KS/AR(1-4)
450 DATA A0,05,B0,00,A8,00,B8,87:'AMS-EN/D1R(1-4)
460 DATA C0,07,D0,04,C8,04,D8,06:'DT2/D2R(4)
470 DATA E0,94,F0,45,E8,45,F8,45:'D1L/RR(4)
480 DATA 28,3C,08,78,P9,08,00,P6
490 DATA 28,3E,08,78,P9,08,00,P6
500 DATA 28,41,08,78,P9,08,00,P6
510 DATA 28,42,08,78,P9,08,00,P6
520 DATA 28,45,08,78,P9,08,00,P6
530 DATA 28,48,08,78,P9,08,00,P6
540 DATA 28,4A,08,78,P9,08,00,P6
550 DATA 28,4C,08,78,P9,08,00,P6
560 DATA !
```

リスト 11-2　ドミソ用変更点

```
231 IF (&H28<=R) AND (R<=&H2F) THEN 240
232 IF (R>=&H20) THEN FOR L=0 TO 2:GOSUB240:R=R+1:NEXT:RETURN


480 DATA 28,3C,29,41,2A,45
490 DATA 08,78,P4,08,79,P4,08,7A,P4
500 DATA 08,00,08,01,08,02
510 DATA 08,78,08,79,08,7A,P9
520 DATA 08,00,08,01,08,02,P6
530 DATA !
```

トーンダイアラである

これから MML の作成に取りかかるわけであるが，その前に FM 音源の，なかなかにその筋な使い方を発見したので紹介しておくのである。それは FM 音源で電話をかけてしまおうというものである。つまりトーンダイアラなわけだ。ただしこれはプッシュホンだけ

に有効なワザである（世の中には一見するとプッシュホンだが，実はダイヤル式の電話を押しボタン式に変えただけのものもある。そのような方式だと使えない）。

解説しよう。プッシュホンは，ボタンを押すとそれに対応した2種類の高さの正弦波が出るような仕組みになっているのである。例の「ピポパピポ」という音である。で，具体的にどのような周波数の音が出ているかというとそれが**図 11-10** である。一目瞭然であろうが，たとえば「5」のボタンを押すと770Hzと1336Hzの二つの正弦波が出るのである。ちなみにみんな知っているように，一般の電話機にはA，B，C，Dのボタンは付いていない。しかしこのように決まっているそうである。

図 11-10　押しボタンの配列と周波数の関係

低群＼高群	1209Hz	1336Hz	1477Hz	1633Hz
697Hz	1	2	3	A
770Hz	4	5	6	B
852Hz	7	8	9	C
941Hz	*	0	#	D

さて，ここからが肝心なのであるが，実はプッシュホンでボタンを押して出る「ピポパピポ」の音も，人間が送話口でしゃべる音も，電話回線にとっては同じなのである。よって，正確な周波数で口笛を吹ける人が2人いて，電話機の送話口に向かって「ピポポパ」と口笛を吹くと，ちゃんと電話がかかってしまうのである。しかし残念なことにそこまで正確に口笛を吹ける人を2人も連れてくることは難しいので，その代わりにFM音源を使ってしまおうというわけである。そしてそれが**リスト 11-3** である。使い方は，

1） 正確に打ち込む。

2） 110行を取り去り，120行のREM（'）を消してRUNする。

3） キーボードの数字キーを押し，プッシュホンのボタンを押したときに聞こえる音と，**できるだけ近くなるように**ボードに付いているボリウムを調節する。

4） 電話の受話器を取り，送話口をスピーカに近づけ，ピポパする。ただしこのとき117などのように**緊急電話に近い番号は避ける**。最初は自分の電話番号にかけて，話し中であることを確認するのがよいであろう。もしも間違い電話になってしまったらよく謝ること。

というわけで，この機能を使えばソフトだけで（送話口をスピーカに持ってくる必要はあるが）オートダイヤルできるのである。住所録や電話帳ソフトに期待したい。なお，以上の行動はNTTから怒られることはないはずであるから安心して使っていただきたい

(だってモジュラージャックに直接接続するわけではない)。

ちなみにこのテクニックを応用すれば，ソフトウェアだけで「送信だけの音響カプラ」ができるはずである(きっと信頼性は最低だろう)。ぜひとも自由研究していただきたい。

リスト 11-3　トーンダイアラ

```
100 GOSUB"INIT"
110 D$="604 1111":GOSUB 150
120 'D$=INKEY$(1):GOSUB 150:GOTO120
130 END
140 '
150 FOR I=1 TO LEN(D$)
160   A$=MID$(D$,I,1):PRINT A$;
170   GOSUB200
180 NEXT:RETURN
190 '
200 T=INSTR("123456789*0#",A$):IF T=0 THEN RETURN
210 T=T-1:L=T ¥ 3:H=4+(T MOD 3)
220 R=8:D=&H78+L:GOSUB 380
230 R=8:D=&H78+H:GOSUB 380
240 PAUSE 1
250 R=8:D=L:GOSUB 380
260 R=8:D=H:GOSUB 380
270 RETURN
280 '
290 LABEL"INIT"
300 READ R$:R1$=LEFT$(R$,1):IF R1$="!" THEN RETURN
310 R=VAL("&H"+MID$(R$,1,2))
320 M$=MID$(R$,3,1):IF M$<>"-" THEN 340
330 R0=R:R1=VAL("&H"+MID$(R$,4,2))
340 READ D$:D=VAL("&H"+D$)
350 GOSUB 370:GOTO 300
360 '
370 IF M$="-" THEN FOR R=R0 TO R1:GOSUB380:NEXT:RETURN
380 OUT &H700,R
390 OUT &H701,D
400 RETURN
410 '
420 DATA 01,02,01,00      :'TEST
430 DATA 08,00,08,01,08,02,08,03:'KEY OFF (0-3)
440 DATA 08,04,08,05,08,06,08,07:'KEY OFF (4-7)
450 DATA 0F-1B,00                :'NE/FREQ...
460 DATA 20-27,47         :'RL/FL/CON
470 DATA 28,51,29,54,2A,56,2B,59:'KCODE (0-3)
480 DATA 2C,5E,2D,61,2E,62,2F,00:'KCODE (4-7)
490 DATA 30,EC,31,A8,32,6C,33,24:'KF (0-3)
500 DATA 34,78,35,34,36,EC,37,00:'KF (4-7)
510 DATA 38-3F,00:'PMS/AMS
520 DATA 40-5F,01         :'DT1/MUL
530 DATA 60-7F,20         :'TL
540 DATA 80-9F,1F         :'KS/AR
550 DATA A0-DF,00         :'AMS-EN/1DR,DT2/2DR
560 DATA E0-FF,FF         :'1DL/RR
570 DATA !
```

ということろで，FM 音源の具体的な応用として MML（ミュージック・マクロ・ランゲージ：よーするに BASIC の PLAY 文が多少進化したやつ）を作ったりするわけだ。そしてあな恐ろしや，なんと BASIC の書き換えに手を染めてしまったのであった。そう，はっきり言って私は BASIC の書き換えが嫌いなのである。なぜかというと，最大の理由は BASIC というものは結構ちまちまとバグ取りのためにバージョンアップされていたりするからである。大抵の場合はそれでもたいした影響はないのであるが，しかしやはり**そこ**

はかとなく不安が漂ったりするわけである。もしもどれかのバージョンではこのよーな書き換えが許されなかったりしたら困るのである。しかし使い勝手からすると，どうしても BASIC の書き換えが必要なのである。困ったものである。

MMLである

リスト 11-4, 11-5, 11-6 である。説明すると，リスト 11-4 がソースリスト(BASIC を書き換えるルーチンも含んでいる)，リスト 11-5 がそのダンプリスト，リスト 11-6 がサンプル曲である。

さて使い方である。まずは NEW ON &HC000 を実行した後でリスト 11-5 を打ち込み，チェックサムと CRC を確認する（付録 A を使うこと)。X1 ユーザーであればここまでである。もしも turbo ユーザーである場合は，さらに次の 3 か所を変更する。

A965 ：07　07 → A3　1F

A9D9 ：04　07 → A0　1F

A9E8 ：07　07 → A3　1F

SAVEM "MML. OBJ", &HA8B0, &HAFFF でセーブする。

次に使用方法である。CZ-8FB01 V1.0 を起動する。**NEW BASIC ではないし，turbo BASIC でもない。** NEW ON &HB000 を実行した後，LOADM "MML. OBJ" でロードし，CALL &HA8B0 を実行。これで MML が使えるようになる。

リスト 11-4　MML ソースリスト

```
                                    .Z80
                                    .PHASE   0A8B0H
                              ;
0704                          CTC    EQU      0704H
4000                          WTOP   EQU      4000H
                              ;
A8B0     21 A900                     LD       HL,0A900H
A8B3     22 2DE3                     LD       (2DE3H),HL
A8B6     22 2E11                     LD       (2E11H),HL
A8B9     22 2E13                     LD       (2E13H),HL
                              ;
A8BC     C9                          RET
                              ;
A8BD                          KOKO:  DS       0A900H-KOKO
                              ;
A900     CD 7FD1                     CALL     7FD1H
A903     3A A5DB                     LD       A,(0A5DBH)      ;A=VAR TYPE
A906     E5                          PUSH     HL              ;SAVE TEXT PTR
A907     EB                          EX       DE,HL
A908     FE 03                       CP       03              ;STRING ?
A90A     28 72                       JR       Z,DOSTR         ;GET STRING
                              ;
                              ;ELSE TEMPO
                              ;============== TEMPO ================
A90C     CD 5436              STEMPO: CALL    5436H           ;CSNG
A90F     CD 5BAF                     CALL     5BAFH           ;->INT (->HL)
A912     7C                          LD       A,H
A913     B5                          OR       L
A914     20 4C                       JR       NZ,PRET
                              ;TEMPO 0=INITIALIZE
A916     21 4001              INIT:  LD       HL,WTOP+1
A919     22 A9D4                     LD       (HEAD),HL
A91C     22 A9D6                     LD       (HEAD0),HL
A91F     2B                          DEC      HL
A920     22 A9D2                     LD       (TAIL),HL       ;INIT POINTERS
A923     44                          LD       B,H
A924     4D                          LD       C,L             ;BC=HL
```

```
A925    AF                    XOR     A
A926    ED 79                 OUT     (C),A           ;DUMMY DATA
A928    3E 1E                 LD      A,30            ;TEMPO 120
A92A    32 AE17               LD      (TMPV),A        ;TEMPO AREA
                      ;
A92D    21 AE78               LD      HL,DFLDMY       ;INIT DFLW
A930    11 AE7C               LD      DE,DFLW
A933    01 0024               LD      BC,4*9
A936    ED B0                 LDIR
A938    23                    INC     HL
A939    36 0C                 LD      (HL),12
A93B    2B                    DEC     HL
A93C    01 0008               LD      BC,4*2
A93F    ED B0                 LDIR
                      ;DE=ACTF
A941    EB                    EX      DE,HL   ;HL=ACTF
A942    06 0B                 LD      B,11
A944    36 00         INIT0:  LD      (HL),0  ;KILL
A946    23                    INC     HL
A947    10 FB                 DJNZ    INIT0
                      ;
A949    F3                    DI
A94A    3E C3                 LD      A,0C3H
A94C    32 013C               LD      (13CH),A
A94F    21 A964               LD      HL,QUIET1
A952    22 013D               LD      (13DH),HL
A955    CD 013C               CALL    013CH           ;QUIET
                      ;
A958    CD A9D8               CALL    TOCTC
A95B    21 AA32               LD      HL,IEXEC
A95E    22 005E               LD      (005EH),HL      ;SET VECTOR
A961    FB                    EI
                      ;
A962    E1            PRET:   POP     HL
A963    C9                    RET
                      ;
                      ;STOP SOUND <-PSG MUTE <- "ctrl-D"
A964    01 0707       QUIET1: LD      BC,CTC+3
A967    3E 03                 LD      A,3
A969    ED 79                 OUT     (C),A   ;RESET CTC
                      ;
A96B    16 07                 LD      D,7
A96D    3E 08                 LD      A,8
A96F    CD ADD5       Q2:     CALL    WOPM
A972    15                    DEC     D
A973    20 FA                 JR      NZ,Q2
A975    CD ADD5               CALL    WOPM    ;D=0
                      ;
A978    01 1C00               LD      BC,1C00H
A97B    C3 013F               JP      013FH   ;PATCH BACK
                      ;
                      ;
                      ;============ DO STRING ==============
A97E    CD 7FC3       DOSTR:  CALL    7FC3H   ;GET REAL ADDR.
A981    B7                    OR      A
A982    28 03                 JR      Z,PRETX ;LEN=0
A984    CD A99F               CALL    STORE   ;A=LEN
A987    E1            PRETX:  POP     HL
A988    7E                    LD      A,(HL)
A989    D6 3B                 SUB     ';'     ;MUSIC "...";
A98B    23                    INC     HL
A98C    C8                    RET     Z
A98D    2B                    DEC     HL      ;BACK HL
A98E    ED 4B A9D6    PRETXX: LD      BC,(HEAD0)
A992    AF                    XOR     A
A993    ED 79                 OUT     (C),A   ;SET END MARK
A995    03                    INC     BC
A996    ED 43 A9D6            LD      (HEAD0),BC
A99A    ED 43 A9D4            LD      (HEAD),BC       ;COPY
A99E    C9                    RET
                      ;
A99F    ED 4B A9D6    STORE:  LD      BC,(HEAD0)
A9A3    2A A9D4               LD      HL,(HEAD)
A9A6    B7                    OR      A
A9A7    ED 42                 SBC     HL,BC
A9A9    20 05                 JR      NZ,STORE1
A9AB    2E 3A                 LD      L,':'
A9AD    ED 69                 OUT     (C),L
A9AF    03                    INC     BC
A9B0    6F            STORE1: LD      L,A             ;L=LEN
A9B1    1A            SLOOP:  LD      A,(DE)
```

```
                                  ;UPPER
A9B2    FE 61                             CP      'a'
A9B4    38 06                             JR      C,S0
A9B6    FE 7B                             CP      'z'+1
A9B8    30 02                             JR      NC,S0
A9BA    C6 E0                             ADD     A,'A'-'a'
                                  ;
A9BC    ED 79                     S0:     OUT     (C),A
A9BE    03                                INC     BC
A9BF    13                                INC     DE
                                  ;
A9C0    78                                LD      A,B
A9C1    B1                                OR      C
A9C2    28 08                             JR      Z,FULL
A9C4    2D                                DEC     L
A9C5    20 EA                             JR      NZ,SLOOP
                                  ;
A9C7    ED 43 A9D6                        LD      (HEAD0),BC
A9CB    C9                                RET
                                  ;
A9CC    CD 013C                   FULL:   CALL    13CH
A9CF    C3 2027                           JP      2027H    ;OUT OF MEM
                                  ;
A9D2    4000                      TAIL:   DEFW    4000H
A9D4    4000                      HEAD:   DEFW    4000H
A9D6    4000                      HEAD0:  DEFW    4000H
                                  ;
A9D8    01 0704                   TOCTC:  LD      BC,CTC
A9DB    3E 27                             LD      A,100111B
A9DD    ED 79                             OUT     (C),A
A9DF    3E 01                             LD      A,1
A9E1    ED 79                             OUT     (C),A
A9E3    3E 58                             LD      A,58H           ;SET VECTOR
A9E5    ED 79                             OUT     (C),A
A9E7    01 0707                   TOCTC1: LD      BC,CTC+3        ;CH3
A9EA    3E C7                             LD      A,11000111B
A9EC    ED 79                             OUT     (C),A
A9EE    3A AE17                           LD      A,(TMPV)        ;TEMPO
A9F1    ED 79                             OUT     (C),A
A9F3    C9                                RET
                                  ;
                                  ;============ INT ROUTINE ============
                                  ;
A9F4                                      DS      30*2
AA30                              INTSP:  DS      2
                                  ;
AA32    F3                        IEXEC:  DI
AA33    ED 73 AA30                        LD      (INTSP),SP
AA37    31 AA30                           LD      SP,INTSP
AA3A    F5                                PUSH    AF
AA3B    C5                                PUSH    BC
AA3C    D5                                PUSH    DE
AA3D    E5                                PUSH    HL
                                  ;
AA3E    21 AEA8                           LD      HL,ACTF
AA41    06 0B                             LD      B,11
AA43    AF                                XOR     A
AA44    B6                        IE0:    OR      (HL)
AA45    23                                INC     HL
AA46    20 4A                             JR      NZ,IE1   ;SOMTHING ALIVE
AA48    10 FA                             DJNZ    IE0
                                  ;
                                  ;NEXT BLOCK OR END
AA4A    ED 4B A9D2                        LD      BC,(TAIL)
AA4E    2A A9D4                   IEQ:    LD      HL,(HEAD)
AA51    2B                                DEC     HL
AA52    B7                                OR      A
AA53    ED 42                             SBC     HL,BC
AA55    28 51                             JR      Z,IE9    ;EMPTY -> NOTHING
                                  ;
                                  ;NEXT BLOCK AND SET PCS
AA57    ED 78                             IN      A,(C)
AA59    03                                INC     BC
AA5A    28 0C                             JR      Z,START
                                  ;
AA5C    ED 78                     DROP:   IN      A,(C)
AA5E    03                                INC     BC
AA5F    20 FB                             JR      NZ,DROP
AA61    0B                                DEC     BC
AA62    ED 43 A9D2                        LD      (TAIL),BC
AA66    18 E6                             JR      IEQ
```

```
                                  ;
AA68    ED 43 A9D2                START:  LD      (TAIL),BC
AA6C    21 AEA8                           LD      HL,ACTF
AA6F    E5                                PUSH    HL
AA70    21 AEB3                           LD      HL,PC
AA73    16 00                             LD      D,0
AA75    ED 78                     SPC0:   IN      A,(C)
AA77    28 05                             JR      Z,SPC1  ;HIT STRING END
AA79    03                                INC     BC
AA7A    FE 3A                             CP      ':'
AA7C    20 F7                             JR      NZ,SPC0
                                  ;
AA7E    B7                        SPC1:   OR      A
AA7F    28 02                             JR      Z,SPC2
AA81    3E 01                             LD      A,1
AA83    E3                        SPC2:   EX      (SP),HL
AA84    77                                LD      (HL),A  ;!!
AA85    23                                INC     HL      ;INC ACTF ADDR.
AA86    E3                                EX      (SP),HL
AA87    71                                LD      (HL),C
AA88    23                                INC     HL
AA89    70                                LD      (HL),B
AA8A    23                                INC     HL
AA8B    14                                INC     D
AA8C    7A                                LD      A,D
AA8D    FE 0B                             CP      11      ;CHECK COUNTER
AA8F    38 E4                             JR      C,SPC0
AA91    E1                                POP     HL      ;DROP ACTF
                                  ;
                                  ;PCS ARE READY
                                  ;00H=DEAD,01H=ALIVE,80H=ACTIVE
AA92    11 0000                   IE1:    LD      DE,0    ;CHANNEL
AA95    21 AEA8                           LD      HL,ACTF
AA98    D5                        IEL:    PUSH    DE
AA99    E5                                PUSH    HL
AA9A    7E                                LD      A,(HL)
AA9B    B7                                OR      A
AA9C    C4 AAB3                           CALL    NZ,ACT  ;ALIVE OR ACTIVE
AA9F    E1                                POP     HL
AAA0    D1                                POP     DE
AAA1    23                                INC     HL
AAA2    1C                                INC     E
AAA3    7B                                LD      A,E
AAA4    FE 0B                             CP      11
AAA6    20 F0                             JR      NZ,IEL
                                  ;
AAA8    E1                        IE9:    POP     HL
AAA9    D1                                POP     DE
AAAA    C1                                POP     BC
AAAB    F1                                POP     AF
AAAC    ED 7B AA30                        LD      SP,(INTSP)
AAB0    FB                                EI
AAB1    ED 4D                             RETI            ;RET FROM INT
                                  ;
                                  ;============= SUB ==============
                                  ;
AAB3    E5                        ACT:    PUSH    HL      ;SAVE ACTF
AAB4    D5                                PUSH    DE      ;SAVE CH NO.
AAB5    F2 AACA                           JP      P,ACT7
                                  ;
AAB8    CD ADE0                           CALL    RCTR    ;READ COUNTER
                                  ;BC=OMOTE,HL=URA
AABB    78                                LD      A,B
AABC    B1                                OR      C
AABD    D1                                POP     DE
AABE    E5                                PUSH    HL
AABF    CC ACDB                           CALL    Z,KEYOFF
AAC2    E1                                POP     HL
AAC3    7C                                LD      A,H
AAC4    B5                                OR      L
AAC5    E1                                POP     HL
AAC6    C0                                RET     NZ
AAC7    36 01                             LD      (HL),1  ;SLEEP
AAC9    C9                                RET
                                  ;
                                  ;ALIVE AND NOT-ACTIVE
AACA    CB 23                     ACT7:   SLA     E       ;DE=DE*2
AACC    21 AEB3                           LD      HL,PC
AACF    19                                ADD     HL,DE
AAD0    4E                                LD      C,(HL)
AAD1    23                                INC     HL
```

```
AAD2    46                   LD      B,(HL)   ;GET PC
                     ;
AAD3    ED 78                IN      A,(C)    ;READ NOTE
AAD5    28 04                JR      Z,DIE
AAD7    FE 3A                CP      ':'
AAD9    20 08                JR      NZ,WAKE  ;HIT NOTE
                     ;
AADB    D1           DIE:    POP     DE
AADC    70           DIE2:   LD      (HL),B
AADD    2B                   DEC     HL
AADE    71                   LD      (HL),C   ;SAVE PC
                     ;
AADF    E1                   POP     HL       ;GET ACTF
AAE0    36 00                LD      (HL),0   ;KILL (ACTF)
AAE2    C9                   RET
                     ;
                     ;WAKE UP
AAE3    D1           WAKE:   POP     DE       ;DE=CHANNEL NO.
AAE4    ED 78        WUL:    IN      A,(C)
AAE6    28 F4                JR      Z,DIE2
AAE8    FE 3A                CP      ':'
AAEA    28 F0                JR      Z,DIE2
AAEC    D5                   PUSH    DE
AAED    E5                   PUSH    HL       ;SAVE PC.ADDR.
AAEE    CD AAFE              CALL    DONOTE   ;DO NOTE
AAF1    E1                   POP     HL
AAF2    28 E7                JR      Z,DIE    ;HIT ':' OR 00H
AAF4    D1                   POP     DE       ;GET CH NO.
AAF5    38 ED                JR      C,WUL    ;NOT REAL NOTE
                     ;
                     ;HIT REAL NOTE            ;A-G,N,W
AAF7    70                   LD      (HL),B
AAF8    2B                   DEC     HL
AAF9    71                   LD      (HL),C   ;SAVE PC
                     ;
AAFA    E1                   POP     HL       ;GET ACTF.ADDR
AAFB    36 80                LD      (HL),80H         ;MAKE ACTIVE
AAFD    C9                   RET
                     ;
                     ;============= DO NOTE ==============
                     ;DE=CHANNEL NO. (BREAK OK)
AAFE    ED 78        DONOTE: IN      A,(C)
AB00    03                   INC     BC
AB01    FE 41                CP      'A'
AB03    38 2A                JR      C,DN0    ;?<A
AB05    FE 48                CP      'G'+1
AB07    30 34                JR      NC,DN1   ;?>G
                     ;
AB09    CD AB1A              CALL    GETNT    ;GET A-G
                     ;
AB0C    C5           RN0:    PUSH    BC
AB0D    D5                   PUSH    DE
AB0E    CD AC67              CALL    KEYON
AB11    D1                   POP     DE
AB12    C1                   POP     BC
AB13    CD ACED      RN1:    CALL    DONUM    ;NEW BC
AB16    3E 01        RN2:    LD      A,1
AB18    B7                   OR      A        ;NZ,NC
AB19    C9                   RET

                     ;GET A-G
AB1A    D6 41        GETNT:  SUB     'A'
AB1C    87                   ADD     A,A
AB1D    6F                   LD      L,A      ;SAVE NOTE
AB1E    ED 78                IN      A,(C)
AB20    03                   INC     BC
AB21    FE 2D                CP      '-'
AB23    C8                   RET     Z
AB24    2C                   INC     L
AB25    2C                   INC     L
AB26    FE 2B                CP      '+'
AB28    C8                   RET     Z
AB29    FE 23                CP      '#'
AB2B    C8                   RET     Z
AB2C    2D                   DEC     L        ;NOMAL NOTE
AB2D    0B                   DEC     BC
AB2E    C9                   RET
                     ;L=CODE,
                     ;
                     ;@@@@@@ &,{}
                     ;@@@@@@
```

```
                              ;&,>,<,
AB2F    FE 3E                 DN0:    CP      '>'     ;OCT UP
AB31    CA AC21                       JP      Z,UPDOWN
AB34    FE 3C                         CP      '<'     ;OCT DOWN
AB36    CA AC21                       JP      Z,UPDOWN
                              ;
AB39    7F                    ACT8:   LD      A,A
AB3A    B7                            OR      A
AB3B    37                            SCF
AB3C    C9                            RET             ;NZ,C

                              ;R,N,Q,L,T,O,V,I,Y,W
AB3D    FE 4E                 DN1:    CP      'N'     ;NOTE BY CODE
AB3F    28 51                         JR      Z,NPLAY
                              ;
AB41    FE 52                         CP      'R'
AB43    28 CE                         JR      Z,RN1   ;Rn
                              ;
AB45    FE 49                         CP      'I'     ;GAKKI BANGOU
AB47    CA AEF5                       JP      Z,INST0
                              ;
AB4A    FE 59                         CP      'Y'     ;0-7:OPM,8-10:PSG
AB4C    CA ABF3                       JP      Z,WREG
                              ;
AB4F    FE 57                         CP      'W'     ;BIG OMOTE,SMALL URA
AB51    CA ABDD                       JP      Z,WAIT
                              ;
AB54    FE 54                         CP      'T'     ;TEMPO
AB56    CA AC33                       JP      Z,STRUN ;RUNTIME SET TEMPO
                              ;
AB59    21 0000                       LD      HL,0
AB5C    FE 4F                         CP      'O'
AB5E    28 0F                         JR      Z,SETGO
AB60    2C                            INC     L
AB61    FE 56                         CP      'V'
AB63    28 0A                         JR      Z,SETGO
AB65    2C                            INC     L
AB66    FE 51                         CP      'Q'     ;RATIO
AB68    28 05                         JR      Z,SETGO
AB6A    2C                            INC     L
AB6B    FE 4C                         CP      'L'     ;DEFAULT LEN
AB6D    20 CA                         JR      NZ,ACT8 ;NEXT
                              ;
AB6F    E5                    SETGO:  PUSH    HL
AB70    CD AE0E                       CALL    DFLTBL
AB73    D1                            POP     DE
AB74    19                            ADD     HL,DE
AB75    E5                            PUSH    HL
AB76    F5                            PUSH    AF
AB77    CD AD90                       CALL    NUMBER
AB7A    30 04                         JR      NC,STG1
AB7C    F1                            POP     AF
AB7D    D1                            POP     DE
AB7E    18 B9                         JR      ACT8
                              ;
AB80    67                    STG1:   LD      H,A     ;SAVE LAST A
AB81    F1                            POP     AF
AB82    D1                            POP     DE
AB83    EB                            EX      DE,HL
AB84    73                            LD      (HL),E
AB85    FE 4C                         CP      'L'
AB87    20 B0                         JR      NZ,ACT8 ;RET WITH C,NZ
AB89    7A                            LD      A,D
AB8A    FE 02                         CP      '0'-'.'
AB8C    20 AB                         JR      NZ,ACT8
AB8E    CB FE                         SET     7,(HL)  ;SET BIT7
AB90    18 A7                         JR      ACT8
                              ;
AB92    D5                    NPLAY:  PUSH    DE
AB93    CD AD90                       CALL    NUMBER
AB96    38 3F                         JR      C,NPLAY9
AB98    7D                            LD      A,L
AB99    FE 60                         CP      96
AB9B    30 3A                         JR      NC,NPLAY9
                              ;A=A MOD 12,E=A/12
AB9D    1E 00                         LD      E,0
AB9F    D6 0C                 NPL:    SUB     12
ABA1    38 03                         JR      C,NPLAY0
ABA3    1C                            INC     E
ABA4    18 F9                         JR      NPL
ABA6    C6 11                 NPLAY0: ADD     A,12+5
```

```
ABA8     FE 0A              CP      10
ABAA     38 07              JR      C,NPLAY1
ABAC     3C                 INC     A
ABAD     FE 0F              CP      15
ABAF     38 02              JR      C,NPLAY1
ABB1     D6 0E              SUB     14
ABB3     57        NPLAY1:  LD      D,A
ABB4     1C                 INC     E         ;D=CODE,E=OCT
ABB5     EB                 EX      DE,HL
ABB6     D1                 POP     DE
ABB7     D5                 PUSH    DE        ;PUSH CH
ABB8     E5                 PUSH    HL        ;PUSH CODE,OCT
ABB9     CD AE0E            CALL    DFLTBL
ABBC     22 ABDB            LD      (NPLAYW),HL
ABBF     D1                 POP     DE
ABC0     7E                 LD      A,(HL)    ;PICK OCT
ABC1     73                 LD      (HL),E    ;SET OCT
                   ;HL=CH NO.
ABC2     6A                 LD      L,D
ABC3     D1                 POP     DE
ABC4     F5                 PUSH    AF
ABC5     C5                 PUSH    BC
ABC6     D5                 PUSH    DE
ABC7     CD AC67            CALL    KEYON
ABCA     D1                 POP     DE
ABCB     C1                 POP     BC
ABCC     CD ACED            CALL    DONUM
ABCF     F1                 POP     AF
ABD0     2A ABDB            LD      HL,(NPLAYW)
ABD3     77                 LD      (HL),A    ;BACK OCT
ABD4     C3 AB16            JP      RN2
                   ;
ABD7     D1        NPLAY9:  POP     DE
ABD8     C3 AB39            JP      ACT8
                   ;
ABDB               NPLAYW:  DS      2
                   ;
ABDD     D5        WAIT:    PUSH    DE
ABDE     CD ACED            CALL    DONUM
ABE1     D1                 POP     DE
ABE2     D5                 PUSH    DE
ABE3     C5                 PUSH    BC
ABE4     CD ADE0            CALL    RCTR
ABE7     23                 INC     HL
ABE8     01 FFFF            LD      BC,0FFFFH
ABEB     CD ADFC            CALL    WCTR
ABEE     C1                 POP     BC
ABEF     D1                 POP     DE
ABF0     C3 AB16            JP      RN2
                   ;
ABF3     D5        WREG:    PUSH    DE
ABF4     CD AD90            CALL    NUMBER
ABF7     38 24              JR      C,WREG9
ABF9     ED 78              IN      A,(C) `
ABFB     FE 2C              CP      ','
ABFD     20 1E              JR      NZ,WREG9
ABFF     03                 INC     BC
AC00     E5                 PUSH    HL        ;SAVE REG NO.
AC01     CD AD90            CALL    NUMBER
AC04     7D                 LD      A,L
AC05     E1                 POP     HL
AC06     38 15              JR      C,WREG9
AC08     D1                 POP     DE
                   ;L=REG NO.,A=DATA,E=CHANNEL
AC09     C5                 PUSH    BC
AC0A     57                 LD      D,A       ;DATA
AC0B     7B                 LD      A,E
AC0C     FE 08              CP      8
AC0E     7D                 LD      A,L
AC0F     38 07              JR      C,WROPM
AC11     CD ADC3            CALL    WPSG
AC14     C1        WREG1:   POP     BC
AC15     C3 AB39            JP      ACT8
                   ;
                   ;WRITE REGISTER (OPM)
AC18     CD ADD5   WROPM:   CALL    WOPM
AC1B     18 F7              JR      WREG1
                   ;
AC1D     D1        WREG9:   POP     DE
AC1E     C3 AB39            JP      ACT8
                   ;
```

```
AC21    D6 3D               UPDOWN: SUB     '<'+1
AC23    CD AE0E                     CALL    DFLTBL
AC26    86                          ADD     A,(HL)
AC27    CA AB39                     JP      Z,ACT8
AC2A    FE 09                       CP      9
AC2C    D2 AB39                     JP      NC,ACT8
AC2F    77                          LD      (HL),A
AC30    C3 AB39                     JP      ACT8
                            ;
                            ;TEMPO
AC33    CD AD90             STRUN:  CALL    NUMBER
AC36    DA AB39                     JP      C,ACT8
AC39    7D                          LD      A,L
AC3A    FE 1E                       CP      30
AC3C    DA AB39                     JP      C,ACT8  ;TOO SMALL
AC3F    C5                          PUSH    BC
                            ;
AC40    4D                          LD      C,L
AC41    06 00                       LD      B,0
AC43    11 0E4E                     LD      DE,3662
AC46    21 0000                     LD      HL,0
AC49    3E 10                       LD      A,16
AC4B    CB 23               STR1:   SLA     E
AC4D    CB 12                       RL      D
AC4F    ED 6A                       ADC     HL,HL
AC51    B7                          OR      A
AC52    ED 42                       SBC     HL,BC
AC54    30 02                       JR      NC,STR2
AC56    09                          ADD     HL,BC   ;BACK
AC57    1D                          DEC     E
AC58    1C                  STR2:   INC     E
AC59    3D                          DEC     A
AC5A    20 EF                       JR      NZ,STR1
                            ;
AC5C    7B                          LD      A,E
AC5D    32 AE17                     LD      (TMPV),A
AC60    CD A9E7                     CALL    TOCTC1
                            ;
AC63    C1                          POP     BC
AC64    C3 AB39                     JP      ACT8
                            ;
                            ;L=CODE (A-,A,A+,.....G,G+):0-14
AC67    7B                  KEYON:  LD      A,E     ;CHANNEL NO.
AC68    FE 08                       CP      8
AC6A    38 3A                       JR      C,OPMDO
                            ;
AC6C    7D                  PSGDO:  LD      A,L     ;A=CODE
AC6D    D5                          PUSH    DE
AC6E    CD AE0E                     CALL    DFLTBL
AC71    46                          LD      B,(HL)  ;GET OCT
AC72    23                          INC     HL
AC73    4E                          LD      C,(HL)  ;VOL
AC74    87                          ADD     A,A
AC75    5F                          LD      E,A     ;D=0
AC76    21 AE18                     LD      HL,PSGFRQ
AC79    19                          ADD     HL,DE
AC7A    56                          LD      D,(HL)
AC7B    23                          INC     HL
AC7C    5E                          LD      E,(HL)  ;ED=FREQ
AC7D    CB 3B               PSG1:   SRL     E
AC7F    CB 1A                       RR      D       ;DE=DE/2
AC81    10 FA                       DJNZ    PSG1
                            ;
AC83    E1                          POP     HL      ;HL=CHANNEL NO.
AC84    61                          LD      H,C     ;SAVE VOL
                            ;
                            ;FREQ
AC85    7D                          LD      A,L
AC86    D6 08                       SUB     8       ;A=FREQ LOW
AC88    87                          ADD     A,A
AC89    CD ADC3                     CALL    WPSG
AC8C    3C                          INC     A       ;A=FREQ HIGH
AC8D    53                          LD      D,E
AC8E    CD ADC3                     CALL    WPSG    ;SET FREQ
                            ;
                            ;VOL
AC91    7D                          LD      A,L     ;CH8 -> R8
AC92    54                          LD      D,H     ;D=VOL
AC93    CD ADC3                     CALL    WPSG
                            ;
                            ;TONE?
```

```
AC96    3E 07                   LD      A,7
AC98    16 F8                   LD      D,0F8H
AC9A    CD ADC3                 CALL    WPSG      ;A,B,C=TONE
AC9D    3E 0D                   LD      A,13
AC9F    CD ADCC                 CALL    RPSG
ACA2    CD ADC3                 CALL    WPSG
ACA5    C9                      RET
                        ;
ACA6    7D              OPMDO:  LD      A,L
ACA7    C6 17                   ADD     A,17H
ACA9    FE 1B                   CP      1BH
ACAB    38 0B                   JR      C,OPMDO1
ACAD    D6 10                   SUB     10H
ACAF    FE 0F                   CP      0FH
ACB1    38 05                   JR      C,OPMDO1
ACB3    FE 12                   CP      12H
ACB5    28 01                   JR      Z,OPMDO1
ACB7    3C                      INC     A
ACB8    D5              OPMDO1: PUSH    DE        ;SAVE CH NO.
ACB9    CD AF52                 CALL    OPMV0
ACBC    F5                      PUSH    AF        ;PUSH CODE
ACBD    CD AE0E                 CALL    DFLTBL
ACC0    7E                      LD      A,(HL)    ;GET OCT....
ACC1    3D                      DEC     A
ACC2    87                      ADD     A,A
ACC3    87                      ADD     A,A
ACC4    87                      ADD     A,A
ACC5    87                      ADD     A,A
ACC6    57                      LD      D,A
ACC7    F1                      POP     AF
ACC8    82                      ADD     A,D       ;GET CODE
ACC9    57                      LD      D,A
ACCA    E1                      POP     HL
ACCB    7D                      LD      A,L       ;A=CH NO.
ACCC    C6 28                   ADD     A,28H
ACCE    CD ADD5                 CALL    WOPM
ACD1    7D                      LD      A,L       ;A=CH NO.
ACD2    F6 78                   OR      78H
ACD4    57                      LD      D,A
ACD5    3E 08                   LD      A,8
ACD7    CD ADD5                 CALL    WOPM
ACDA    C9                      RET
                        ;
                        ;E=CHANNEL NO.
ACDB    7B              KEYOFF: LD      A,E
ACDC    FE 08                   CP      8
ACDE    38 06                   JR      C,OFFOPM          ;OPM
                        ;
ACE0    16 00                   LD      D,0
ACE2    CD ADC3                 CALL    WPSG      ;VOL=0
ACE5    C9                      RET
                        ;
ACE6    53              OFFOPM: LD      D,E       ;CH NO.
ACE7    3E 08                   LD      A,8
ACE9    CD ADD5                 CALL    WOPM
ACEC    C9                      RET
                        ;
                        ;E=CHANNEL NO.
ACED    D5              DONUM:  PUSH    DE
ACEE    CD AD04                 CALL    DONUMS
                        ;RETURN HL=URA,DE=OMOTE,BC=NEW
ACF1    2B                      DEC     HL
ACF2    1B                      DEC     DE
ACF3    ED 53 AD02              LD      (DONUMW),DE
ACF7    D1                      POP     DE
ACF8    C5                      PUSH    BC
ACF9    ED 4B AD02              LD      BC,(DONUMW)       ;BC=OMOTE
ACFD    CD ADFC                 CALL    WCTR
AD00    C1                      POP     BC
AD01    C9                      RET
                        ;
AD02                    DONUMW: DS      2
                        ;
AD04    CD AE0E         DONUMS: CALL    DFLTBL
AD07    23                      INC     HL
AD08    23                      INC     HL
AD09    56                      LD      D,(HL)
AD0A    23                      INC     HL
AD0B    5E                      LD      E,(HL)    ;D=Q,E=LEN
AD0C    D5                      PUSH    DE
AD0D    ED 78                   IN      A,(C)
```

```
AD0F     FE 40                 CP      '@'
AD11     20 21                 JR      NZ,DONOML
                      ;DIRECT COUNTER SITEI
AD13     03                    INC     BC
AD14     11 0000               LD      DE,0
                      ;
AD17     CD ADB0      XNUM0:   CALL    DIGIT
AD1A     30 05                 JR      NC,XNUMZ
AD1C     11 0001               LD      DE,1
AD1F     18 41                 JR      XXX
AD21     5F           XNUMZ:   LD      E,A     ;D=0
AD22     CD ADB0      XNUML:   CALL    DIGIT
AD25     38 3B                 JR      C,XXX
AD27     62                    LD      H,D
AD28     6B                    LD      L,E
AD29     29                    ADD     HL,HL
AD2A     29                    ADD     HL,HL
AD2B     19                    ADD     HL,DE
AD2C     29                    ADD     HL,HL
AD2D     5F                    LD      E,A
AD2E     16 00                 LD      D,0
AD30     19                    ADD     HL,DE
AD31     EB                    EX      DE,HL
AD32     18 EE                 JR      XNUML
                      ;
AD34     CD AD90      DONOML:  CALL    NUMBER  ;
AD37     30 09                 JR      NC,DONUM0
                      ;USE DEFAULT VALUE
AD39     6B                    LD      L,E
AD3A     CB 7D                 BIT     7,L
AD3C     28 04                 JR      Z,DONUM0
                      ;'.'=FUTEN !
AD3E     CB BD                 RES     7,L     ;BIT7=0
AD40     3E FE                 LD      A,0FEH
AD42     F5           DONUM0:  PUSH    AF
AD43     7D                    LD      A,L
AD44     FE 21                 CP      33
AD46     38 02                 JR      C,DNOK
AD48     2E 20                 LD      L,32    ;MAX 32
AD4A     F1           DNOK:    POP     AF
AD4B     26 00                 LD      H,0
AD4D     CB 25                 SLA     L       ;HL=HL*2
AD4F     11 AE36               LD      DE,LENTBL
AD52     19                    ADD     HL,DE
AD53     5E                    LD      E,(HL)
AD54     23                    INC     HL
AD55     56                    LD      D,(HL)  ;DE=REAL LEN
                      ;
AD56     FE FE                 CP      0FEH
AD58     20 08                 JR      NZ,DONUM1
AD5A     62                    LD      H,D
AD5B     6B                    LD      L,E
AD5C     CB 3A                 SRL     D
AD5E     CB 1B                 RR      E       ;DE=DE/2
AD60     19                    ADD     HL,DE   ;HL=HL*1.5
AD61     EB                    EX      DE,HL
AD62                  XXX:
AD62     62           DONUM1:  LD      H,D     ;DE=URA CTR
AD63     6B                    LD      L,E     ;COPY
AD64     F1                    POP     AF      ;A<-D=Q
                      ;KKKK
AD65     E5                    PUSH    HL
AD66     67                    LD      H,A
AD67     ED 78                 IN      A,(C)
AD69     FE 26                 CP      '&'
AD6B     7C                    LD      A,H
AD6C     E1                    POP     HL
AD6D     20 0D                 JR      NZ,DONUM2
                      ;
AD6F     03                    INC     BC
AD70     ED 78                 IN      A,(C)
AD72     FE 2B                 CP      '+'
AD74     20 18                 JR      NZ,DONUM4
AD76     03                    INC     BC
AD77     21 FFFF               LD      HL,0FFFFH
AD7A     18 12                 JR      DONUM4
                      ;
AD7C     3D           DONUM2:  DEC     A
AD7D     28 03                 JR      Z,DONUM3
AD7F     19                    ADD     HL,DE
AD80     18 FA                 JR      DONUM2
```

```
                                        ;
AD82    CB 3C             DONUM3: SRL    H
AD84    CB 1D                     RR     L
AD86    CB 3C                     SRL    H
AD88    CB 1D                     RR     L
AD8A    CB 3C                     SRL    H
AD8C    CB 1D                     RR     L         ;HL=HL/8
                                  ;
                                  ;HL=OMOTE->BC,DE=URA->HL
AD8E    EB                DONUM4: EX     DE,HL
AD8F    C9                        RET
                                  ;RETURN HL=URA,DE=OMOTE
                                  ;
                                  ;L=VALUE,Carry=NOTHING,BC=AUTO INC
                                  ;LAST='.' THEN Acc=FEH
AD90    ED 78             NUMBER: IN     A,(C)
AD92    28 1A                     JR     Z,NUM9    ;HIT END
AD94    FE 3A                     CP     ':'
AD96    28 16                     JR     Z,NUM9    ;HIT END
                                  ;
AD98    CD ADB0           NUM0:   CALL   DIGIT
AD9B    D8                        RET    C         ;ERR
                                  ;IKINARI '.' MO ERROR
AD9C    6F                        LD     L,A
AD9D    CD ADB0           NUML:   CALL   DIGIT
ADA0    38 0A                     JR     C,NUM1
ADA2    67                        LD     H,A       ;SAVE
ADA3    7D                        LD     A,L
ADA4    87                        ADD    A,A       ;2
ADA5    87                        ADD    A,A       ;4
ADA6    85                        ADD    A,L       ;5
ADA7    87                        ADD    A,A       ;10
ADA8    84                        ADD    A,H
ADA9    6F                        LD     L,A
ADAA    18 F1                     JR     NUML
                                  ;
ADAC    B7                NUM1:   OR     A         ;NC
ADAD    C9                        RET
                                  ;
ADAE    37                NUM9:   SCF
ADAF    C9                        RET
                                  ;
ADB0    ED 78             DIGIT:  IN     A,(C)
ADB2    FE 3A                     CP     '9'+1
ADB4    38 02                     JR     C,DIGIT1
ADB6    37                        SCF
ADB7    C9                        RET
ADB8    D6 30             DIGIT1: SUB    '0'
ADBA    03                        INC    BC
ADBB    D0                        RET    NC
ADBC    FE FE                     CP     '.'-'0'
ADBE    28 01                     JR     Z,DIGIT2
ADC0    0B                        DEC    BC
ADC1    37                DIGIT2: SCF
ADC2    C9                        RET
                                  ;
ADC3    01 1C00           WPSG:   LD     BC,1C00H
ADC6    ED 79                     OUT    (C),A
ADC8    05                        DEC    B
ADC9    ED 51                     OUT    (C),D
ADCB    C9                        RET
                                  ;
ADCC    01 1C00           RPSG:   LD     BC,1C00H
ADCF    ED 79                     OUT    (C),A
ADD1    05                        DEC    B
ADD2    ED 50                     IN     D,(C)
ADD4    C9                        RET
                                  ;
ADD5    C5                WOPM:   PUSH   BC
ADD6    01 0700                   LD     BC,0700H
ADD9    ED 79                     OUT    (C),A
ADDB    0C                        INC    C
ADDC    ED 51                     OUT    (C),D
ADDE    C1                        POP    BC
ADDF    C9                        RET
                                  ;
ADE0    D5                RCTR:   PUSH   DE
ADE1    CB 23                     SLA    E
ADE3    CB 23                     SLA    E
ADE5    21 AEC9                   LD     HL,PACK
ADE8    19                        ADD    HL,DE
```

```
ADE9    4E                      LD      C,(HL)
ADEA    23                      INC     HL
ADEB    46                      LD      B,(HL)  ;BC=OMOTE
ADEC    23                      INC     HL
ADED    5E                      LD      E,(HL)
ADEE    23                      INC     HL
ADEF    56                      LD      D,(HL)  ;DE=URA
ADF0    EB                      EX      DE,HL   ;HL=URA
ADF1    0B                      DEC     BC
ADF2    2B                      DEC     HL
ADF3    D1                      POP     DE
ADF4    C5                      PUSH    BC
ADF5    E5                      PUSH    HL
ADF6    CD ADFC                 CALL    WCTR
ADF9    E1                      POP     HL
ADFA    C1                      POP     BC
ADFB    C9                      RET
                        ;
ADFC    CB 23           WCTR:   SLA     E
ADFE    CB 23                   SLA     E
AE00    E5                      PUSH    HL
AE01    21 AEC9                 LD      HL,PACK
AE04    19                      ADD     HL,DE
AE05    71                      LD      (HL),C
AE06    23                      INC     HL
AE07    70                      LD      (HL),B  ;BC=OMOTE
AE08    23                      INC     HL
AE09    C1                      POP     BC      ;BC=URA
AE0A    71                      LD      (HL),C
AE0B    23                      INC     HL
AE0C    70                      LD      (HL),B
AE0D    C9                      RET
                        ;
AE0E    21 AE7C         DFLTBL: LD      HL,DFLW
AE11    CB 23                   SLA     E
AE13    CB 23                   SLA     E
AE15    19                      ADD     HL,DE
AE16    C9                      RET
                        ;
                        ;============= VAR AREA ===============
                        ;
AE17                    TMPV:   DS      1
                        ;
AE18    12D0            PSGFRQ: DW      12D0H   ;Ab=G#
AE1A    11C2                    DW      11C2H   ;A
AE1C    10C4                    DW      10C4H   ;A#
AE1E    0FD2                    DW      0FD2H   ;B
AE20    0EEE                    DW      0EEEH   ;B#=(C)
AE22    1DDE                    DW      1DDEH   ;C
AE24    1C2E                    DW      1C2EH   ;C#
AE26    1A9A                    DW      1A9AH   ;D
AE28    191C                    DW      191CH   ;D#
AE2A    17B4                    DW      17B4H   ;E
AE2C    165E                    DW      165EH   ;E#=F
AE2E    165E                    DW      165EH   ;F
AE30    151E                    DW      151EH   ;F#
AE32    13EE                    DW      13EEH   ;G
AE34    12D0                    DW      12D0H   ;G#
                        ;
AE36    0800 0400       LENTBL: DW      2048,1024,512,341,256
AE3A    0200 0155
AE3E    0100
AE40    00CC 00AA               DW      204,170,146,128,113
AE44    0092 0080
AE48    0071
AE4A    0066 005D               DW      102,93,85,78,73
AE4E    0055 004E
AE52    0049
AE54    0044 0040               DW      68,64,60,56,53
AE58    003C 0038
AE5C    0035
AE5E    0033 0030               DW      51,48,46,44,42
AE62    002E 002C
AE66    002A
AE68    0028 0027               DW      40,39,37,36,35
AE6C    0025 0024
AE70    0023
AE72    0022 0021               DW      34,33,32
AE76    0020
                        ;
                        ;OCT,VOL,Q,LEN::4,100(12),8,4
```

```
AE78    04 64 08 04         DFLDMY: DB      4,100,8,4
AE7C    04 64 08 04         DFLW:   DB      4,100,8,4       ;0
AE80    04 64 08 04                 DB      4,100,8,4       ;1
AE84    04 64 08 04                 DB      4,100,8,4       ;2
AE88    04 64 08 04                 DB      4,100,8,4       ;3
AE8C    04 64 08 04                 DB      4,100,8,4       ;4
AE90    04 64 08 04                 DB      4,100,8,4       ;5
AE94    04 64 08 04                 DB      4,100,8,4       ;6
AE98    04 64 08 04                 DB      4,100,8,4       ;7
AE9C    04 0C 08 04                 DB      4,12,8,4        ;8
AEA0    04 0C 08 04                 DB      4,12,8,4        ;9
AEA4    04 0C 08 04                 DB      4,12,8,4        ;10
                            ;
AEA8                        ACTF:   DS      11
AEB3                        PC:     DS      22
AEC9                        PACK:   DS      44
                            ;
                            ;...................
                            ;
                            ;DATA=B000H-B72FH (10*40+36*40)
AEF5    7B                  INST0:  LD      A,E
AEF6    FE 08                       CP      8
AEF8    D2 AB39                     JP      NC,ACT8 ;PSG
AEFB    D5                          PUSH    DE      ;SAVE CH NO.
AEFC    CD AD90                     CALL    NUMBER
AEFF    38 48                       JR      C,INST9
AF01    2D                          DEC     L       ;L=L-1
AF02    7D                          LD      A,L
AF03    FE 28                       CP      40
AF05    30 42                       JR      NC,INST9
                            ;
AF07    D1                          POP     DE
AF08    D5                          PUSH    DE
AF09    21 AFEC                     LD      HL,INSTN
AF0C    19                          ADD     HL,DE
AF0D    77                          LD      (HL),A  ;SAVE INSTN
                            ;
AF0E    6F                          LD      L,A
AF0F    CD AFC8                     CALL    GETVTD
                            ;
                            ;20,38,(40,60,80,A0,C0,E0)*4,(UD+KSL)*4
                            ;KTRNS,18H,PMD,AMD,1BH,DLY+SYNC
AF12    D1                          POP     DE
AF13    C5                          PUSH    BC      ;SAVE PC
AF14    E5                          PUSH    HL      ;SAVE ADDR.
AF15    3E 20                       LD      A,20H
AF17    83                          ADD     A,E
AF18    CD AF4D                     CALL    WOPMX   ;R/L/FB/ALG
AF1B    C6 10                       ADD     A,10H
AF1D    16 14                       LD      D,14H
AF1F    CD ADD5                     CALL    WOPM    ;KF
AF22    C6 08                       ADD     A,08H
AF24    CD AF4D                     CALL    WOPMX   ;PMS/AMS
                            ;
AF27    1E 06                       LD      E,6
AF29    CD AFD7             INST1:  CALL    WOPMXX
AF2C    1D                          DEC     E
AF2D    20 FA                       JR      NZ,INST1
                            ;
AF2F    11 0005                     LD      DE,5
AF32    19                          ADD     HL,DE   ;HL=HL+5
AF33    3E 18                       LD      A,18H
AF35    CD AF4D                     CALL    WOPMX   ;LFRQ
AF38    3C                          INC     A       ;A=19H
AF39    CD AF4D                     CALL    WOPMX   ;PMD
AF3C    CD AF4D                     CALL    WOPMX   ;AMD
AF3F    3E 1B                       LD      A,1BH
AF41    CD AF4D                     CALL    WOPMX   ;FRM
AF44    E1                          POP     HL
AF45    C1                          POP     BC
AF46    C3 AB39                     JP      ACT8
                            ;
AF49    D1                  INST9:  POP     DE      ;DROP
AF4A    C3 AB39                     JP      ACT8
                            ;
AF4D    56                  WOPMX:  LD      D,(HL)
AF4E    23                          INC     HL
AF4F    C3 ADD5                     JP      WOPM
                            ;
AF52    F5                  OPMV0:  PUSH    AF      ;A=CODE
AF53    D5                          PUSH    DE      ;DE=CH NO.
```

```
AF54    D5                  PUSH    DE
AF55    CD AE0E             CALL    DFLTBL
AF58    23                  INC     HL
AF59    7E                  LD      A,(HL)  ;OVQL
AF5A    D1                  POP     DE
AF5B    F5                  PUSH    AF      ;SAVE V
AF5C    21 AFEC             LD      HL,INSTN
AF5F    19                  ADD     HL,DE
AF60    6E                  LD      L,(HL)  ;L=In
                    ;
AF61    CD AFC8             CALL    GETVTD  ;GET ADDR.
AF64    7E                  LD      A,(HL)
AF65    E6 07               AND     7       ;GET ALG
AF67    0E 07               LD      C,0111B ;BIT3=0
AF69    FE 04               CP      4
AF6B    38 0B               JR      C,OPMV1 ;ALG0-3
AF6D    CB 89               RES     1,C     ;OP2=CRY
AF6F    28 07               JR      Z,OPMV1
AF71    CB 91               RES     2,C     ;OP3=CRY
AF73    FE 07               CP      7
AF75    20 01               JR      NZ,OPMV1
AF77    0D                  DEC     C       ;BIT0=0
                    ;
AF78    11 0006     OPMV1:  LD      DE,6    ;C=MASK
AF7B    19                  ADD     HL,DE   ;POINT V
AF7C    11 AFC4             LD      DE,V4
AF7F    06 04               LD      B,4
AF81    7E          OPMV2:  LD      A,(HL)
AF82    CB 09               RRC     C
AF84    30 02               JR      NC,OPMV3
AF86    F6 80               OR      80H     ;MODULE MARK
AF88    12          OPMV3:  LD      (DE),A
AF89    23                  INC     HL
AF8A    13                  INC     DE
AF8B    10 F4               DJNZ    OPMV2
                    ;
AF8D    06 04               LD      B,4
AF8F    EB                  EX      DE,HL
AF90    2B                  DEC     HL      ;HL=V4+3
AF91    3E 7F               LD      A,07FH
AF93    BE          OPMV4:  CP      (HL)
AF94    38 01               JR      C,OPMV5
                    ;A >= (HL)
AF96    7E                  LD      A,(HL)
AF97    2B          OPMV5:  DEC     HL
AF98    10 F9               DJNZ    OPMV4
                    ;A=MIN TL
                    ;ADD TO ALL CRY '127-V-A',MIN=0,MAX=7F
AF9A    C1                  POP     BC      ;B=V
AF9B    ED 44               NEG
AF9D    90                  SUB     B
AF9E    C6 7F               ADD     A,127
AFA0    4F                  LD      C,A
                    ;
AFA1    D1                  POP     DE
AFA2    D5                  PUSH    DE      ;E=CH NO.
AFA3    3E 58               LD      A,60H-8
AFA5    83                  ADD     A,E
AFA6    F5                  PUSH    AF      ;SAVE REG#-8
                    ;
AFA7    23                  INC     HL      ;HL=V4
AFA8    E5                  PUSH    HL      ;SAVE V4
AFA9    06 04               LD      B,4
AFAB    7E          OPMV6:  LD      A,(HL)
AFAC    B7                  OR      A
AFAD    FA AFB6             JP      M,OPMV7 ;MUDULE
AFB0    81                  ADD     A,C
AFB1    F2 AFB6             JP      P,OPMV7 ;0-7FH
AFB4    3E 7F               LD      A,7FH   ;MAX=7FH
AFB6    E6 7F       OPMV7:  AND     7FH
AFB8    77                  LD      (HL),A
AFB9    23                  INC     HL
AFBA    10 EF               DJNZ    OPMV6
                    ;
AFBC    E1                  POP     HL      ;HL=V4
AFBD    F1                  POP     AF      ;A=REG#-8
AFBE    CD AFD7             CALL    WOPMXX
                    ;
AFC1    D1                  POP     DE
AFC2    F1                  POP     AF
AFC3    C9                  RET
```

```
                                     ;
AFC4                                 V4:     DS      4
                                     ;
AFC8    26 00                        GETVTD: LD      H,0
AFCA    29                                   ADD     HL,HL    ;2
AFCB    29                                   ADD     HL,HL    ;4
AFCC    54                                   LD      D,H
AFCD    5D                                   LD      E,L      ;COPY
AFCE    29                                   ADD     HL,HL    ;8
AFCF    29                                   ADD     HL,HL    ;16
AFD0    29                                   ADD     HL,HL    ;32
AFD1    19                                   ADD     HL,DE    ;36
AFD2    11 B190                              LD      DE,0B190H
AFD5    19                                   ADD     HL,DE    ;GET VTD!
AFD6    C9                                   RET
                                     ;
AFD7    C6 08                        WOPMXX: ADD     A,08H
AFD9    CD AF4D                              CALL    WOPMX
AFDC    C6 10                                ADD     A,10H
AFDE    CD AF4D                              CALL    WOPMX
AFE1    D6 08                                SUB     08H
AFE3    CD AF4D                              CALL    WOPMX
AFE6    C6 10                                ADD     A,10H
AFE8    CD AF4D                              CALL    WOPMX
AFEB    C9                                   RET
                                     ;
AFEC    01 01 01 01                  INSTN:  DB      1,1,1,1
AFF0    01 01 01 01                          DB      1,1,1,1
                                     ;
                                             END
```

リスト 11-5 MML ダンプリスト

```
A8B0 21 00 A9 22 E3 2D 22 11 : 2F
A8B8 2E 22 13 2E C9 4E 41 54 : 3D
A8C0 48 41 4E 49 45 4C 20 53 : 24
A8C8 54 49 54 54 1A 1A 1A 1A : AD
A8D0 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A : D0
A8D8 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A : D0
A8E0 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A : D0
A8E8 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A : D0
A8F0 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A : D0
A8F8 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A 1A : D0
A900 CD D1 7F 3A DB A5 E5 EB : A7
A908 FE 03 28 72 CD 36 54 CD : BF
A910 AF 5B 7C B5 20 4C 21 01 : C9
A918 40 22 D4 A9 22 D6 A9 2B : AB
A920 22 D2 A9 44 4D AF ED 79 : 43
A928 3E 1E 32 17 AE 21 78 AE : 9A
--------------------------------
SUM: A1 89 CC EE 8C 4A A1 79 59F4

A930 11 7C AE 01 24 00 ED B0 : FD
A938 23 36 0C 2B 01 08 00 ED : 86
A940 B0 EB 06 0B 36 00 23 10 : 15
A948 FB F3 3E C3 32 3C 01 21 : 7F
A950 64 A9 22 3D 01 CD 3C 01 : 77
A958 CD D8 A9 21 32 AA 22 5E : CB
A960 00 FB E1 C9 01 07 07 3E : F2
A968 03 ED 79 16 07 3E 08 CD : 99
A970 D5 AD 15 20 FA CD D5 AD : 00
A978 01 00 1C C3 3F 01 CD C3 : B0
A980 7F B7 28 03 CD 9F A9 E1 : 57
A988 7E D6 3B 23 C8 2B ED 4B : DD
A990 D6 A9 AF ED 79 03 ED 43 : C7
A998 D6 A9 ED 43 D4 A9 C9 ED : E2
A9A0 4B D6 A9 2A D4 A9 B7 ED : 15
A9A8 42 20 05 2E 3A ED 69 03 : 28
--------------------------------
SUM: 1F 7B 01 C8 F1 DA 8C F4 7EDA
```

```
A9B0 6F 1A FE 61 38 06 FE 7B : 9F
A9B8 30 02 C6 E0 ED 79 03 13 : 54
A9C0 78 B1 28 08 2D 20 EA ED : 7D
A9C8 43 D6 A9 C9 CD 3C 01 C3 : 58
A9D0 27 20 00 40 00 40 00 40 : 07
A9D8 01 04 07 3E 27 ED 79 3E : 15
A9E0 01 ED 79 3E 58 ED 79 01 : 64
A9E8 07 07 3E C7 ED 79 3A 17 : CA
A9F0 AE ED 79 C9 0A 09 49 4E : 87
A9F8 43 09 44 45 0D 0A 09 44 : 39
AA00 4A 4E 5A 09 4F 50 4D 56 : 3D
AA08 32 CA 03 FF 03 00 00 00 : 01
AA10 00 00 00 00 00 00 00 00 : 00
AA18 00 00 00 00 00 00 00 00 : 00
AA20 00 00 00 00 00 00 00 CA : CA
AA28 56 D9 00 00 00 00 C3 BE : B0
--------------------------------
SUM: 4D A2 6D AB F4 D1 7A 44 C55D

AA30 39 04 F3 ED 73 30 AA 31 : 9B
AA38 30 AA F5 C5 D5 E5 21 A8 : 17
AA40 AE 06 0B AF B6 23 20 4A : B1
AA48 10 FA ED 4B D2 A9 2A D4 : BB
AA50 A9 2B B7 ED 42 28 51 ED : 20
AA58 78 03 28 0C ED 78 03 20 : 37
AA60 FB 0B ED 43 D2 A9 18 E6 : AF
AA68 ED 43 D2 A9 21 A8 AE E5 : 07
AA70 21 B3 AE 16 00 ED 78 28 : 25
AA78 05 03 FE 3A 20 F7 B7 28 : 36
AA80 02 3E 01 E3 77 23 E3 71 : 12
AA88 23 70 23 14 7A FE 0B 38 : 85
AA90 E4 E1 11 00 00 21 A8 AE : 4D
AA98 D5 E5 7E B7 C4 B3 AA E1 : F1
AAA0 D1 23 1C 7B FE 0B 20 F0 : A4
AAA8 E1 D1 C1 F1 ED 7B 30 AA : A6
--------------------------------
SUM: E6 48 BA FB B2 31 EE F1 45E6
```

```
AAB0  FB ED 4D E5 D5 F2 CA AA : 55
AAB8  CD E0 AD 78 B1 D1 E5 CC : 05
AAC0  DB AC E1 7C B5 E1 C0 36 : 70
AAC8  01 C9 CB 23 21 B3 AE 19 : 53
AAD0  4E 23 46 ED 78 28 04 FE : 46
AAD8  3A 20 08 D1 70 2B 71 E1 : 20
AAE0  36 00 C9 D1 ED 78 28 F4 : 51
AAE8  FE 3A 28 F0 D5 E5 CD FE : D5
AAF0  AA E1 28 E7 D1 38 ED 70 : 00
AAF8  2B 71 E1 36 80 C9 ED 78 : 61
AB00  03 FE 41 38 2A FE 48 30 : 1A
AB08  34 CD 1A AB C5 D5 CD 67 : 94
AB10  AC D1 C1 CD ED AC 3E 01 : E3
AB18  B7 C9 D6 41 87 6F ED 78 : F2
AB20  03 FE 2D C8 2C 2C FE 2B : 77
AB28  C8 FE 23 C8 2D 0B C9 FE : B0
---------------------------------
SUM:  9A 72 30 19 13 2D 68 B7 AC0B

AB30  3E CA 21 AC FE 3C CA 21 : FA
AB38  AC 7F B7 37 C9 FE 4E 28 : 56
AB40  51 FE 52 28 CE FE 49 CA : A8
AB48  F5 AE FE 59 CA F3 AB FE : 60
AB50  57 CA DD AB FE 54 CA 33 : F8
AB58  AC 21 00 00 FE 4F 28 0F : 51
AB60  2C FE 56 28 0A 2C FE 51 : 2D
AB68  28 05 2C FE 4C 20 CA E5 : 72
AB70  CD 0E AE D1 19 E5 F5 CD : 1A
AB78  90 AD 30 04 F1 D1 18 B9 : 04
AB80  67 F1 D1 EB 73 FE 4C 20 : F1
AB88  B0 7A FE 02 20 AB CB FE : BE
AB90  18 A7 D5 CD 90 AD 38 3F : 15
AB98  7D FE 60 30 3A 1E 00 D6 : 39
ABA0  0C 38 03 1C 18 F9 C6 11 : 4B
ABA8  FE 0A 38 07 3C FE 0F 38 : C8
---------------------------------
SUM:  9A F0 A4 17 6C 3B F7 8B 113D

ABB0  02 D6 0E 57 1C EB D1 D5 : EA
ABB8  E5 CD 0E AE 22 DB AB D1 : E7
ABC0  7E 73 6A D1 F5 C5 D5 CD : 88
ABC8  67 AC D1 C1 CD ED AC F1 : FC
ABD0  2A DB AB 77 C3 16 AB D1 : 7C
ABD8  C3 39 AB 0A 53 D5 CD ED : 93
ABE0  AC D1 D5 C5 CD E0 AD 23 : 94
ABE8  01 FF FF CD FC AD C1 D1 : 07
ABF0  C3 16 AB D5 CD 90 AD 38 : 9B
ABF8  24 ED 78 FE 2C 20 1E 03 : F4
AC00  E5 CD 90 AD 7D E1 38 15 : 9A
AC08  D1 C5 57 7B FE 08 7D 38 : 23
AC10  07 CD C3 AD C1 C3 39 AB : AC
AC18  CD D5 AD 18 F7 D1 C3 39 : 2B
AC20  AB D6 3D CD 0E AE 86 CA : 97
AC28  39 AB FE 09 D2 39 AB 77 : 18
---------------------------------
SUM:  BB 5E 36 40 EB 04 90 C3 540F

AC30  C3 39 AB CD 90 AD DA 39 : C4
AC38  AB 7D FE 1E DA 39 AB C5 : C7
AC40  4D 06 00 11 4E 0E 21 00 : E1
AC48  00 3E 10 CB 23 CB 12 ED : 06
AC50  6A B7 ED 42 30 02 09 1D : A8
AC58  1C 3D 20 EF 7B 32 17 AE : DA
AC60  CD E7 A9 C1 C3 39 AB 7B : 40
AC68  FE 08 38 3A 7D D5 CD 0E : A5
AC70  AE 46 23 4E 87 5F 21 18 : 84
AC78  AE 19 56 23 5E CB 3B CB : 6F
AC80  1A 10 FA E1 61 7D D6 08 : C1
AC88  87 CD C3 AD 3C 53 CD C3 : E3
AC90  AD 7D 54 CD C3 AD 3E 07 : 00
AC98  16 F8 CD C3 AD 3E 0D CD : 63
ACA0  CC AD CD C3 AD C9 7D C6 : C2
ACA8  17 FE 1B 38 0B D6 10 FE : 57
---------------------------------
SUM:  AF 39 E6 7D 70 85 27 85 4F0B

ACB0  0F 38 05 FE 12 28 01 3C : C1
ACB8  D5 CD 52 AF F5 CD 0E AE : 21
ACC0  7E 3D 87 87 87 87 57 F1 : 1F
ACC8  82 57 E1 7D C6 28 CD D5 : C7
ACD0  AD 7D F6 78 57 3E 08 CD : 02
ACD8  D5 AD C9 7B FE 08 38 06 : 0A
ACE0  16 00 CD C3 AD C9 53 3E : AD
ACE8  08 CD D5 AD C9 D5 CD 04 : C6
ACF0  AD 2B 1B ED 53 02 AD D1 : B3
ACF8  C5 ED 4B 02 AD CD FC AD : 22
AD00  C1 C9 4F 20 CD 0E AE 23 : A5
AD08  23 56 23 5E D5 ED 78 FE : 32
AD10  40 20 21 03 11 00 00 CD : 62
AD18  B0 AD 30 05 11 01 00 18 : BC
AD20  41 5F CD B0 AD 38 3B 62 : 9F
AD28  6B 29 29 19 29 5F 16 00 : 74
---------------------------------
SUM:  76 1C 3F 52 B9 EA B3 AB 3973

AD30  19 EB 18 EE CD 90 AD 30 : 44
AD38  09 6B CB 7D 28 04 CB BD : 70
AD40  3E FE F5 7D FE 21 38 02 : 07
AD48  2E 20 F1 26 00 CB 25 11 : 66
AD50  36 AE 19 5E 23 56 FE FE : D0
AD58  20 08 62 6B CB 3A CB 1B : E0
AD60  19 EB 62 6B F1 E5 67 ED : FB
AD68  78 FE 26 7C E1 20 0D 03 : 29
AD70  ED 78 FE 2B 20 18 03 21 : EA
AD78  FF FF 18 12 3D 28 03 19 : A9
AD80  18 FA CB 3C CB 1D CB 3C : 08
AD88  CB 1D CB 3C CB 1D EB C9 : 8B
AD90  ED 78 28 1A FE 3A 28 16 : 1D
AD98  CD B0 AD D8 6F CD B0 AD : 9B
ADA0  38 0A 67 7D 87 87 85 87 : 40
ADA8  84 6F 18 F1 B7 C9 37 C9 : 7C
---------------------------------
SUM:  BA 42 CC D3 51 E6 62 5B A267

ADB0  ED 78 FE 3A 38 02 37 C9 : D7
ADB8  D6 30 03 D0 FE FE 28 01 : FE
ADC0  0B 37 C9 01 00 1C ED 79 : 8E
ADC8  05 ED 51 C9 01 00 1C ED : 16
ADD0  79 05 ED 50 C9 C5 01 00 : 4A
ADD8  07 ED 79 0C ED 51 C1 C9 : 41
ADE0  D5 CB 23 CB 23 21 C9 AE : 49
ADE8  19 4E 23 46 23 5E 23 56 : CA
ADF0  EB 0B 2B D1 C5 E5 CD FC : 65
ADF8  AD E1 C1 C9 CB 23 CB 23 : F4
AE00  E5 21 C9 AE 19 71 23 70 : 9A
AE08  23 C1 71 23 70 C9 21 7C : 4E
AE10  AE CB 23 CB 23 19 C9 33 : 9F
AE18  D0 12 C2 11 C4 10 D2 0F : 6A
AE20  EE 0E DE 1D 2E 1C 9A 1A : F5
AE28  1C 19 B4 17 5E 16 5E 16 : E8
---------------------------------
SUM:  69 A9 64 BC BF 4E 85 7A 0F37

AE30  1E 15 EE 13 D0 12 00 08 : 1E
AE38  00 04 00 02 55 01 00 01 : 5D
AE40  CC 00 AA 00 92 00 80 00 : 88
AE48  71 00 66 00 5D 00 55 00 : 89
AE50  4E 00 49 00 44 00 40 00 : 1B
```

```
AE58 3C 00 38 00 35 00 33 00 : DC
AE60 30 00 2E 00 2C 00 2A 00 : B4
AE68 28 00 27 00 25 00 24 00 : 98
AE70 23 00 22 00 21 00 20 00 : 86
AE78 04 64 08 04 04 64 08 04 : E8
AE80 04 64 08 04 04 64 08 04 : E8
AE88 04 64 08 04 04 64 08 04 : E8
AE90 04 64 08 04 04 64 08 04 : E8
AE98 04 64 08 04 04 0C 08 04 : 90
AEA0 04 0C 08 04 04 0C 08 04 : 38
AEA8 09 4C 44 09 42 43 2C 43 : 96
--------------------------------
SUM: 81 65 6A 36 59 FE 12 64 A752

AEB0 54 43 2B 33 0D 0A 09 4C : 61
AEB8 44 09 41 2C 33 0D 0A 09 : 0D
AEC0 4F 55 54 09 28 43 29 2C : C1
AEC8 41 09 3B 52 45 53 45 54 : 08
AED0 20 43 54 43 0D 0A 3B 0D : 59
AED8 0A 09 4C 44 09 44 2C 37 : 53
AEE0 0D 0A 09 4C 44 09 41 2C : 26
AEE8 38 0D 0A 51 32 3A 09 43 : 58
AEF0 41 4C 4C 09 57 7B FE 08 : BA
AEF8 D2 39 AB D5 CD 90 AD 38 : CD
AF00 48 2D 7D FE 28 30 42 D1 : 5B
AF08 D5 21 EC AF 19 77 6F CD : 5D
AF10 C8 AF D1 C5 E5 3E 20 83 : D3
AF18 CD 4D AF C6 10 16 14 CD : 96
AF20 D5 AD C6 08 CD 4D AF 1E : 37
AF28 06 CD D7 AF 1D 20 FA 11 : A1
--------------------------------
SUM: 37 56 2B AB 7D B1 6B E5 2AF1
```

```
AF30 05 00 19 3E 18 CD 4D AF : 3D
AF38 3C CD 4D AF CD 4D AF 3E : 0C
AF40 1B CD 4D AF E1 C1 C3 39 : 82
AF48 AB D1 C3 39 AB 56 23 C3 : 5F
AF50 D5 AD F5 D5 D5 CD 0E AE : AA
AF58 23 7E D1 F5 21 EC AF 19 : 3C
AF60 6E CD C8 AF 7E E6 07 0E : 2B
AF68 07 FE 04 38 0B CB 89 28 : C8
AF70 07 CB 91 FE 07 20 01 0D : 96
AF78 11 06 00 19 11 C4 AF 06 : BA
AF80 04 7E CB 09 30 02 F6 80 : FE
AF88 12 23 13 10 F4 06 04 EB : 41
AF90 2B 3E 7F BE 38 01 7E 2B : 88
AF98 10 F9 C1 ED 44 90 C6 7F : D0
AFA0 4F D1 D5 3E 58 83 F5 23 : 26
AFA8 E5 06 04 7E B7 FA B6 AF : 83
--------------------------------
SUM: 11 E1 90 1D B7 95 C8 E0 74FD

AFB0 81 F2 B6 AF 3E 7F E6 7F : FA
AFB8 77 23 10 EF E1 F1 CD D7 : 0F
AFC0 AF D1 F1 C9 0D 0A 50 52 : F3
AFC8 26 00 29 29 54 5D 29 29 : 7B
AFD0 29 19 11 90 B1 19 C9 C6 : 3C
AFD8 08 CD 4D AF C6 10 CD 4D : C1
AFE0 AF D6 08 CD 4D AF C6 10 : 2C
AFE8 CD 4D AF C9 00 00 00 00 : 92
AFF0 01 01 01 01             : 04
--------------------------------
SUM: 7B F0 F6 66 44 AF 88 F4 6E00
```

リスト 11-6　サンプル曲(美しく青きドナウ)

```
100 TEMPO 0
110 MUSIC "I1 V127 Q4:I1 V127 Q4:I1 V127 Q4"
120 MUSIC "T150 O4 L4 C&E&G G2>G GRE E<RC C&E&G";
130 MUSIC ":O3 L4      RRR   CGG  CGG CGG  CGG  ";
140 MUSIC ":O3 L4      RRR   REE  REE REE  REE  "
150 MUSIC " G2>G    GRF   FRO3B B&O4D&A A2>A";
160 MUSIC ":O2B>GG< B>GG< B>GG  DGG<    B>GG";
170 MUSIC ":O3RFF   RFF   RFF   RFF     RFF"
180 MUSIC " ARF     FRO3B B&O4D&A A2>A ARE";
190 MUSIC ":O2B>GG< B>GG  DGG      CGG  CGG";
200 MUSIC ":O3RFF   RFF   RFF      REE  REE"
210 MUSIC " ERO4C C&E&G >C2>C CR<G GRO4C C&E&G";
220 MUSIC ":O3CGG CGG   CGG   CGG  CGG   CGG";
230 MUSIC ":O3REE REE   REE   REE  REE   REE"
240 MUSIC " O5C2>C CR<A ARD D&F&A A1     F#G";
250 MUSIC ":O3DAA  DAA  ARR D&F&A <B>GG< B>GG";
260 MUSIC ":O3RFF  RFF  FRR RRR   RFF    RFF"
270 MUSIC " O6E1   C<E E2&D A2&G C1  RR";
280 MUSIC ":O3CGG CGG A2.  G2.  CGG CRR";
290 MUSIC ":O3REE REE F2.  F2.  REE"
```

MMLの機能である

では次にMMLの機能を説明する。

主な機能はMZ-2500のBASICなどとほぼ同じであるが，若干機能を削ってある。しかし，**実害はない**はずである（と突っ張る）。削られた機能のうち一番ナニなのが「連符」

の処理である。MZ-2500 では，

PLAY "{CDE} 4"

などとすることによって 3 連符 (n 連符も可能) が使えたのであるが，こっちではこの機能は使えない。ただしちゃんと逃げ道は用意しておいたので，連符を使いたい人は後で紹介する別の方法を使っていただきたい。

さて機能をまとめたのが**表 11-9** である。一つ大事な点は，音長の指定方法である。HuBASIC では 0 が 32 分音符，1 が 16 分音符，……，9 が全音符となっていたが，ここでは MZ-2500 と同じく，32 が 32 分音符，16 が 16 分音符，……，1 が全音符としてある。なお MZ-2500 にはないが 0 は全音符の 2 倍の長さである。それから，「.」を付けることによって音長は 1.5 倍になる。すなわち「C4.」は符点 4 分音符なわけだ。

表 11-9　MML の機能表

文　字	機　能
C～G, A, B	音階
+, ＃	音階を半音上げる
−	音階を半音下げる
R ℓ	休符 (ℓ：0～32)
	音長を 1.5 倍にする
Nx	音階コード x による音の発生 (x：0～95)
Qn	音の出る時間比率の設定 (n：1～8)
&(&+)	前後の音をつなぐ (タイ) 注)
L ℓ	省略時の音長指定 (ℓ：0～32)
Ts	テンポ指定 (s：30～255)
On	オクターブ指定 (n：1～8)
＞	オクターブを一つ上げる
＜	オクターブを一つ下げる
Vn	音量設定 (n：0～127 もしくは 0～15)
In	FM 音源の音色設定 (n：1～40)
Yr, d	レジスタ r にデータ d をセット
W ℓ	ℓ の長さだけ状態を維持する (ℓ：1～32)

数値の指定方法
1) "C16" など
2) 音長を直接カウンタ値で指定する場合に限り
　"C@256" など
注) C2&+C4＝C2. などとなる

次に指摘しておくのが音階の指定方法である。HuBASIC では「＃C」などで半音上の音を指定していたが，ここでは「C＃」もしくは「C+」である。半音下の音は「C−」などである。

あと言っておくべきことは「Y」によるレジスタへの直接書き込みである。チャンネル 0 ～7 であれば OPM，8～10 であれば PSG のレジスタに書き込まれる。

また，1 オクターブ上下の指定であるが，「＞」が上がる，「＜」が下がるとなっている。

それから，音長 (および一般的な数値の指定) には 2 とおりある。

1)　「C16」，「T120」，「V15」のように，素直に書く方法。このとき数値は 0 ～255 の範囲である

2)　「C@512」のように「@」の後に続けて数値を書く。この場合の範囲は 0 ～65535 で

ある。

3)の方法は連符の処理のために付けたものである。**表 11-10** を見ていただきたい。これは各音長の長さの内訳である。たとえば「C4」は「C@256」としてもまったく同じ長さの音なのである。よって 4 分音符を 3 個に分けた 3 連符を鳴らしたい場合は 256＝85＋85＋86 より，「C@85 C@85 C@86」とすればよいのである。最後だけちょいと長めだが，まあ人間の耳には分かるまい。

表 11-10　音調の内訳

音符長	カウンタ	音符長	カウンタ
0	2048	17	60
1	1024	18	56
2	512	19	53
3	341	20	51
4	256	21	48
5	204	22	46
6	170	23	44
7	146	24	42
8	128	25	40
9	113	26	39
10	102	27	37
11	93	28	36
12	85	29	35
13	78	30	34
14	73	31	33
15	68	32	32
16	64		

そして私がタコなためにしてしまったことであるが，「タイ」の指定に「&」と「&＋」の 2 とおりがある。

などという符は，「G4&G4」となり，これは「G2」と同じであるべきだったのに，私はこらへんの人情の機微を把握していなかったので，

&＝直前の音符を Q8 で鳴らすだけ

だと思ってしまったのである。これは非常にまずかった。で，「&＋」を導入して逃げた。これにより，

＝「C4&＋C4」＝「C2」

=「C4&D4」
とすればよいことになる。だが，やはり手抜きは手抜きなので，
「C4&＋D4」=「C4&＋C4」=「C2」
だったりする。少々面倒であるが，「&」と「&＋」を使い分けることで我慢していただきたい。

てなわけでリスト11-6のサンプルプログラムを見ていただきたい。基本的な使い方を説明すると，まずは演奏に先立って「TEMPO 0」を実行すること。それから，「MUSIC A$；：MUSIC B$」=「MUSIC A$＋B$」である。このセミコロンはなかなかに強力で，これにより1パートが255文字以内というマヌケな制限が消える。なお演奏を止めるには CTRL ＋D である。

では動作確認である。縁起もんだから馬鹿丁寧にやる。

1) NEW ON &HE000を実行。

2) LOADM "MML.BIN"

3) 「VIP」のディスクから，LOADM "CHOICED VOICE.VTD", **&HB000**で，音色のデータをロードする（もちろんVIPで作ったデータならほかのものでもかまわない)。

4) CALL &HA8B0を実行。

これでMMLが使えるようになるのである。ちなみに$B000_H$～$B18F_H$には「音色名」が入っており，**リスト11-7**を実行するとそれの一覧表を見ることができる。

リスト11-7 音色名の表示

```
100 FOR I=1 TO 20:J=I+20
110 PRINT #0,I,MEM$(&HB000+(I-1)*10,10),
120 PRINT #0,I,MEM$(&HB000+(J-1)*10,10)
130 NEXT
```

ところで，ちゃんと動くことが分かったら，次にはBASICに組み込んでしまいたいところであるが，面倒になったのでそこまではやってない。私がやったのは，"Start up.Bas"の最後に実行されるNEWをNEW ON &HB800にして，自動的に機械語領域を確保するようにしたことと，

100 LOADM "MML.BIN"
110 LOADM "CHOICED VOICE.VTD",&HB000
120 CALL &HA8B0

という小さなプログラムをディスクに用意しておくようにしたことだけである。こうしておけばBASICが立ち上がった後で，上記のプログラムをRUNするだけでMMLが使えるようになる。

念のために繰り返すが，音色データはLOADM "(ファイル名)",&HB000でロードアドレスを指定するのを忘れないように。さもないとBASICを壊して暴走するのである。

おまけである

表 11-11 に VIP の音色データのフォーマットを示す。この章で作った MML では，30 バイト目の KEY TRANSPOSE と 35 バイト目の SYC/LFO DELEY は使われていない。また 31，32，33，34 バイト目のデータは，**最後の I コマンドで指定されたものが有効になる**。よって必要があるならば，実行される I コマンドの順を変えたり，Y コマンドを使うこと。ただ，どうやら LFO に関しては無視してもかまわないようである（自信はないが）。

解説するのである

最後に音量の設定についてちょっとだけ説明しておく。FM 音源で音量を変えるには，「アルゴリズム（ALG）を見て，キャリアの TL だけを変える」のである。いままで説明しなかったのだが，オペレータにはキャリアとモジュラの 2 とおりがあるのだ。アルゴリズム 0 ～ 3 ではキャリアは OP4 だけ，アルゴリズム 4 では OP4 と OP2 の二つ，アルゴリズム 5，6 では OP4，OP3，OP2 の三つ，アルゴリズム 7 ではすべてがキャリアとなっている。図 11-5 を見れば分かるだろうが，キャリアとはすなわち最終段にある（他のオペレータを変調しない）オペレータのことである。

実際にリスト 11-4 の $AF61_H$ ～$AFBB_H$ でどんなことをやっているのかというと，

1） 音色データの TL の所をサーチして，最小の TL（つまり最大の音量）になっているキャリアを見つける。

2） 1 で見つけたキャリアの TL を V コマンドで指定された値にするための差を D とする（D＝127－V－TL：TL＝ 0 なら V＝127 であることに注意）。

3） すべてのキャリアの TL に D を加えて，OPM に書き込む。

という具合である。

注意深く見るとあちこちに手抜きが発見できるがあまり**堅いことは言わないでいただきたい。**

表 11-11　VIP の音色データのフォーマット

アドレス	内容
0000H	音色名　10文字×40
0190H	パラメータ　36バイト×40
072FH	

パラメータの内訳

No.	OP	bit 7	6	5	4	3	2	1	0
0		RL		FB			ALG		
1			PMS					AMS	
2 3 4 5	1 2 3 4		Detune1			Phase Multiply			
6 7 8 9	1 2 3 4		Total Level Attenuation						
10 11 12 13	1 2 3 4	Key Scaling			Attack Rate Speed				
14 15 16 17	1 2 3 4	AMS -EN			1st Decay Rate Speed				
18 19 20 21	1 2 3 4	Detune 2			2nd Decay Rate Speed				
22 23 24 25	1 2 3 4	1st Decay Level				Release Rate			
26 27 28 29	1 2 3 4	Key Scale Table,				Key Scale Depth			
30		Key Transpose							
31		LFO Frequency							
32		1	PMD						
33		0	AMD						
34								W/F	
35		SYC	LFO Deley						

第12章

カラーイメージボード

カラーイメージボードで取り込むのである

第12章 カラーイメージボードで取り込むのである・・・・・・・・・・・・

この章で取り上げるカラーイメージボードにはCZ-8BV1とCZ-8BV2の二つがあるわけだ。BV1とBV2の主な違いは，BV2では，スクランブル（ハーフトーン）回路のモードが増えたことと，ハイスピードモノクロなどという技が付いたこと，それに320/640ドット，それぞれに対応するスクランブルモードが付いたことなどである。それはともかく，**論より証拠**である。さっさと**表12-1，12-2**を見ていただきたい。

まず表12-1のCZ-8BV1である。注意すべき点は，コマンド10_Hは1/1画面モード，リセットコマンド，スクランブルONの三つの機能を兼ねているということである。よって，1/4画面および1/16画面のときに，

スクランブルOFF → ON

に切り換えるなどするには，10_Hを出してスクランブルをONにした後で，もう一度20_Hか40_Hを出力して，画面モードを設定し直さなければならない。また，スクランブルOFFの状態のままで，画面モードを1/4 → 1/1とするときなどは，1/1画面モードにすると同時にスクランブルがONになってしまうので，次に80_Hを出力して，スクランブルをOFFにしなければならない。

表12-1　CZ-8BV1

0800_H	カラーイメージボードコントロール	OUT
0801_H	画像データ読み込み	IN

●コマンド

10_H 1)	1/1画面モード＋リセット＋スクランブルON
20_H 1)	1/4画面モード
40_H 1)	1/16画面モード
80_H 1)	スクランブル回路OFF
01_H	次の1ラインを読み始める
02_H	次のプレーン(色)を読み始める（B→R→G→B→……）
04_H 2)	コンピュータアクセスモード（バッファを読み始める）
08_H 2)	ビデオ信号入力モード（ビデオ信号をデジタイズし続ける）

注1：1）および2）のコマンドを出力した後は，最低16.7msのウエイトを取ること（余裕を持って17ms以上が望ましい）。ただし，1）の後に1）のコマンドが続くときならウエイトは必要ない。
注2：コマンド01_Hを出力後，2ms以内に1ラインのデータを転送し終わること。また，このコマンド01_Hを連続して出力するときは，6μs以上の遅延ウエイトを取ること。
注3：1/4，1/16画面モードは横方向だけの縮小であるから，縦方向はソフトウェアで「間引く」必要がある。

次に表12-2がCZ-8BV2である。I/Oアドレスが＋2して，コマンドが四つ増えていることに注目。ここで注意しておかなければならないのが，CZ-8BV2は，リセット時にスク

ランブルが「モード２」になっているということである。すなわち，CZ-8BV2とはちょいと違うスクランブルをするのである。具体的にどう違うかというと，はっきり言ってモード２の方がより自然な中間色を表現しているのである。モード１では斜めの縞がどうしても目立ったわけであるが，モード２ではそういうことは少なくなっているのである。また，モード２のとき（だけ）はさらにスクランブルの仕方で，320/640ドットモードを選択できるようになっている。これは「スクランブルの仕方」なのである。もともとは640ドットモードなのであるが，もしも本体の画面モードが320ドット（WIDTH 40）だった場合は，320ドットモードのスクランブルの方がより自然に見えるようである。

表12-2　CZ-8BV2

0802H	カラーイメージボードコントロール	OUT
0803H	画像データ読み込み	IN

●コマンド

10H 1)	1/1画面モード＋リセット＋スクランブルON
20H 1)	1/4画面モード
40H 1)	1/16画面モード
80H 1)	スクランブル回路OFF
01H	次の1ラインを読み始める
02H	次のプレーン（色）を読み始める（B→R→G→B→……）
04H 2)	コンピュータアクセスモード（バッファを読み始める）
08H 2)	ビデオ信号入力モード（ビデオ信号をデジタイズし続ける）
81H	スクランブルをモード1（BV1と同じ）にする
83H	320ドットモードのスクランブル
84H	640ドットモードのスクランブル
85H	ハイスピードモノクロモード

注1：CZ-8BV2では，リセット直後のスクランブルモードは「モード2の640ドットモード」である。よってCZ-8BV1と同じ動作をさせるためには，コマンド81Hを実行する必要がある。
注2：320/640ドットモードはモード2のときだけ意味を持つ（モード1では両者は同じ）。

実践するのである

さっさとサンプルを出してしまうのである。**リスト12-1，12-2，12-3，12-4**である。リスト12-1はX1用，リスト12-2は機械語部分，リスト12-3はturbo用，リスト12-4は機械語部分である。リスト12-1，12-3ともに，一般的な変更箇所は，

- 130行のI/Oアドレス
- 170～190行のモード設定

となっている。CZ-8BV1を使っているならば，130行を，

130 CP＝&H800：DP＝&H801

としていただきたい。170～190行は画面の大きさの選択である。「'」（REM）で殺してない行が選択されるわけだ。おっと，今気が付いたがこの場合はどちらもWIDTH 80のモードで走らせていただきたい。

リスト 12-1　X1用画像取り込みプログラム(遅い)

```
100 'FOR X1
110 INIT:CLS4:DEFINT B-Z
120 CLEAR &HE000
130 CP=&H802:DP=&H803
140 MEM$(&HE000,16)=HEXCHR$("EB 4E 23 46 16 50 D9 01 03 08 ED 78 D9 ED 79 03")
150 MEM$(&HE010,15)=HEXCHR$("15 D9 20 F6 C9")
160 DEFUSR0=&HE000
170  XS=80:YS=200:MD=&H10:SL=1   :'640*200
180 'XS=40:YS=96 :MD=&H20:SL=2   :'320*96
190 'XS=20:YS=48 :MD=&H40:SL=4   :'160*48
200 MEM$(&HE008,2)=MKI$(DP)
210 POKE &HE005,XS
220 OUT CP,&H10          :'RESET
230 OUT CP,MD            :'1/1,1/4,1/16 MODE
240 '
250 OUT CP,&H4           :'COMP ACCESS (LATCH)
260 PAUSE 1
270 ADR=&H4000:GOSUB"IS"
280 ADR=&H8000:GOSUB"IS"
290 ADR=&HC000:GOSUB"IS"
300 OUT CP,&H8           :'VIDEO ACCESS
310 PAUSE 1
320 GOTO 250
330 END
340 '
350 LABEL"IS"
360 OUT CP,&H2           :'RGB
370 FOR I=1 TO 24
380   OUT CP,1           :'SET NEXT 1 LINE
390 NEXT
400 FOR Y=1 TO YS
410   D=INP(DP):D=INP(DP):D=INP(DP):'SKIP 3
420   D$=USR0(MKI$(ADR))
430   ADR=ADR+&H800
440   IF (ADR AND &H3800)=0 THEN ADR=ADR-(&H4000-80)
450   FOR I=1 TO SL
460     OUT CP,1:'PAUSE 0                        :'SET NEXT 1 LINE
470   NEXT
480 NEXT
490 RETURN
```

リスト 12-2　カラーイメージボード→G-RAMへ1ライン転送

```
                                 .Z80
                                 .PHASE  0E000H  ;OR ANY PLACE
                           ;
E000    EB                       EX      DE,HL
E001    4E                       LD      C,(HL)
E002    23                       INC     HL
E003    46                       LD      B,(HL)  ;BC=VRAM ADDR.
E004    16 50                    LD      D,80    ;XS
E006    D9                       EXX
E007    01 0803                  LD      BC,0803H        ;DPORT
E00A    ED 78              LOOP: IN      A,(C)   ;GET 1 BYTE
E00C    D9                       EXX
E00D    ED 79                    OUT     (C),A   ;TO VRAM
E00F    03                       INC     BC      ;INC VRAM ADDR.
E010    15                       DEC     D       ;DEC COUNTER
E011    D9                       EXX
E012    20 F6                    JR      NZ,LOOP
                           ;
E014    C9                       RET
                           ;
                                 END
```

リスト 12-3　turbo用画像取り込みプログラム(遅い)

```
100 'FOR turbo
110 INIT:CLS4:DEFINT B-Z
120 CLEAR &HE000
```

```
130 CP=&H802:DP=&H803
140 MEM$(&HE000,12)=HEXCHR$("78 EB 01 80 1F 04 ED A3 3D 20 FA C9")
150 '
160 DEFUSR0=&HE000
170  XS=80:YS=200:MD=&H10:SL=1   :'640*200
180 'XS=40:YS=96 :MD=&H20:SL=2   :'320*96
190 'XS=20:YS=48 :MD=&H40:SL=4   :'160*48
200 OUT CP,&H10             :'RESET
210 OUT CP,MD               :'1/1,1/4,1/16 MODE
220 DMA$=DMA$+CHR$(&B1111001)+MKI$(&H4000)+MKI$(XS-1)
230 DMA$=DMA$+CHR$(&B11100,&B101000,&B11001101)
240 DMA$=DMA$+MKI$(DP)+CHR$(&B10011010)
250 D$=USR0(DMA$)
260 PAUSE 1
270 '
280 DMA$=CHR$(&B11001)+MKI$(0)+HEXCHR$("CF 87")
290 OUT CP,&H4              :'COMP ACCESS (LATCH)
300 PAUSE 1
310 ADR=&H4000:GOSUB"IS"
320 ADR=&H8000:GOSUB"IS"
330 ADR=&HC000:GOSUB"IS"
340 OUT CP,&H8              :'VIDEO ACCESS
350 PAUSE 1
360 GOTO 290
370 END
380 '
390 LABEL"IS"
400 OUT CP,&H2              :'RGB
410 FOR I=1 TO 24
420   OUT CP,1              :'SET NEXT 1 LINE
430 NEXT
440 FOR Y=1 TO YS
450   D=INP(DP):D=INP(DP):D=INP(DP):'SKIP 3
460   MID$(DMA$,2,2)=MKI$(ADR)
470   D$=USR0(DMA$)
480   ADR=ADR+&H800
490   IF (ADR AND &H3800)=0 THEN ADR=ADR-(&H4000-80)
500   FOR I=1 TO SL
510     OUT CP,1:'PAUSE 0                        :'SET NEXT 1 LINE
520   NEXT
530 NEXT
540 RETURN
```

リスト 12-4　文字列→DMA 転送

```
                                    .Z80
                                    .PHASE  0E000H  ;OR ANY PLACE
                            ;
                            ;DE=ADDRESS TO DATA,B=COUNTER
E000    78                          LD      A,B
E001    EB                          EX      DE,HL           ;HL POINTS DATA
E002    01 1F80                     LD      BC,1F80H        ;DMA I/O ADDR.
E005    04                  LOOP:   INC     B
E006    ED A3                       OUTI
E008    3D                          DEC     A
E009    20 FA                       JR      NZ,LOOP
E00B    C9                          RET
                            ;
                                    END
```

プログラムの説明に入る。まずはリスト 12-1 である。大事なのは 140, 150 行で機械語ルーチンを用意している点である。この機械語ルーチンは手抜きしてあるので, 200, 210 行で一部を書き換えたりしていてあまりよくない。

さて, まずは 220 行である。これはコントロールポートに 10_Hを出力しているわけだ。これが何かと見るならば, 表 12-1 より明らかなように,「1/1 画面モード＋リセット＋スク

ランブルON」なわけだ。その次の230行では再びコントロールポートにMDを出力している。これは何かと見るならば，結局MDは10_H，20_H，40_Hのうちのどれかなのである。MD＝10_Hの場合は，先程と同じ命令を繰り返すことになるわけだから，ま，無駄ということになる。そこでMD＝20_Hの場合を説明するのである。

コントロールポートに20_Hが出力される前は，カラーイメージボードは1/1画面モードで**シャコシャコと**ビデオ入力をデジタイズしていたわけである。すなわち，カラーイメージボードはビデオ画面を640ドット×200ドット＝80バイト×200ライン（実を言うと本当はもっと大きいのだが）のデータに変換していたのである。そこへ20_Hというコマンドが来たわけである。そうすると，カラーイメージボードはそれまでの640×200をやめて，ビデオ信号を320ドット×200ドット＝40バイト×200ラインのデータに変換するようになるのだ。縦の方は200ラインのまま変わらないということに注意。もしもこれが20_Hでなく40_Hであったなら，160ドット×200ドット＝20バイト×200ラインとなる（ここでは簡単に説明するために「200ライン」と書いてあるが，実はカラーイメージボードはもっと多くのラインを取り込んでいるのである。実際に表示するのはそのうちの200ラインということになる）。

これらのデータを変に潰れたり，伸びたりせずに表示させるには，コンピュータの画面モード（WIDTH）との関係で**表12-3**のようにすることになる。

表12-3　カラーイメージボードと本体の画面モード

	WIDTH　40	WIDTH　80
1/1＝10_H		80バイト×200ラインをそのままG-RAMへ（画面全体に表示）
1/4＝20_H	40バイト×200ラインをそのままG-RAMへ（画面全体に表示）	40バイト×200ラインを1ラインおきにG-RAMへ（画面の1/4に表示）
1/16＝30_H	20バイト×200ラインを1ラインおきにG-RAMへ（画面の1/4に表示）	20バイト×200ラインを3ラインおきにG-RAMへ（画面の1/16に表示）

さてここからが佳境である。リスト12-1の250行でコントロールポートに04_Hを出力している。これは表12-1にもあるように，「コンピュータアクセスモード」なのである。早い話が，カラーイメージボードはこのコマンドを受け取ると，それまでシャカシャカとデジタイズしていたのを**やめて，**「よっしゃよっしゃ，デジタイズしたデータが欲しいんだな。ようし，イキのいいやつをデジタイズして渡してやらあ。受け取りな，ほうら」となるわけである。すなわち，カラーイメージボードは，自分の持っているバッファを一杯にした後で「データ転送モード」に入るのである（表12-1の注1にもあるように，バッファが一杯になるまで，最悪の場合17 ms待たなければならない）。

その次の270〜290行では青，赤，緑の順でカラーイメージボードからG-RAMに転送している。

というわけで，350行からのサブルーチン〝IS〞の説明である。

まずは360行で「2」をOUTしている。これは言わずと知れたB→R→G→B……な

わけだ。次に370〜390行のループであるが，これは24行の空読みである。先程書いたように，カラーイメージボードは実際は200ラインよりも多くのライン数を取り込んでいるのだ。それで，ちょうどおいしい所だけを表示するために，最初の方は空読みして捨てているのである。それから410行である。今度は3バイトの空読みである。何でこうするのかというと，それはカラーイメージボードのハードがそうなっているからである。試しに410行を削除してみると，表示が少し右にずれるのが分かるだろう。後は420行で1ライン転送し，430行，440行でG-RAMアドレスを1ライン下げ，450〜470行で（カラーイメージボード側の）ラインのスキップをやっている。

以上で一とおり説明は終わりである。170〜190行で注釈にしてある行を復活して大きさの違う画面を表示したり，YSの値を大きくしたり，SLの値をいじったりして楽しんでいただきたい。

リスト12-3のturbo版は，データの転送にDMAを使っていること以外は変わったことはないので，説明は省略する。

気分は近未来である

さて，ここからぼちぼちフィニッシュに持ち込むのである。そして一体何をやるかというと，「BASIC＋動画面のウィンドウ」なのである。

種を明かすと，CTCの割り込みを使って，BASICと画像取り込みが並列動作してしまうのである。言葉で言うと簡単に聞こえてしまうが，これはちょっと他機種ではまねができないワザであろう。BASICがちゃんと動いている同じ画面で，1/16（もしくは1/4）の画面がリアルタイムで動いているのである。これを見てむむむとうならない奴はいないであろう。

で，このよーにBASIC＋画像取り込みが（一応）マルチタスクすると，どういうメリットがあるかというと，

1) 他機種のユーザーに自慢できる
2) 他機種のユーザーが驚く
3) 他機種のユーザーが落ち込む
4) 他機種のユーザーが寝返る
5) テレビを見ながらプログラムや，機械語のダンプリストを入力できる（スーパーインポーズよりずっと目触りがよい）
6) 近未来の気分を味わえる

となっている。とにもかくにも，8色ながらも「動画面のウィンドウ」なのである。こんなSFっぽいことを，8ビットのturbo（とCTCを持つX1）でできてしまうのだだだっ！と逆上しつつ，プログラムの説明になだれ込むのであった。

リスト12-5がX1用のアセンブルリスト，**リスト12-6**がそのダンプリスト（CRCチェックサム付き：付録Aを参照），**リスト12-7**がturbo用のアセンブルリスト，**リスト12-8**がそのCRCチェックサム付きダンプリストとなっている。

そして使い方は**リスト 12-9 ～12-12** である。
順に説明しよう。
おのおののダンプリストを打ち込み，リスト 12-6 は，

SAVEM "BV.CPU", &HEF00,&HEFC6

でセーブする。
リスト 12-8 ならば，

SAVEM "BV.DMA", &HEF00,&HEFEE

である。チェックサム（および CRC）の確認を確実にすること。

リスト 12-5　X1 用画像取り込みプログラム

```
                                 .Z80
                                 .PHASE  0EF00H
                        ;
                        ;
                        ;COMMANDS        10H     RESET,1/1
                        ;                20H     1/4
                        ;                40H     1/16
                        ;                80H     HALF TONE OFF
                        ;
                        ;                01H     NEXT 1 LINE
                        ;                02H     NEXT PLANE(B->R->G->B..)
                        ;                04H     COMP ACCESS
                        ;                08H     VIDEO ACCESS
                        ;
                        ;CZ-8BV2
                        ;                81H     HALF TONE=MODE1
                        ;                83H     X=320 MODE
                        ;                84H     X=640 MODE
                        ;                85H     MONO COLOR MODE
                        ;
EF00    50              XS:     DB      80      ;X SIZE
EF01    C8              YS:     DB      200     ;Y SIZE
EF02    01              UPPASS: DB      1       ;UP PASS LINES
EF03    01              LTPASS: DB      1       ;LEFT PASS BYTES
                        ;
EF04    01              STIME:  DB      1       ;SKIP LINES
                        ;
EF05    10 00           MODES:  DB      10H,00H
EF07    00 00 00 00             DB      00H,00H,00H,00H,00H
EF0B    00
                        ;
EF0C    0802            CPORTA: DW      0802H   ;OR 800H
EF0E    4000            TOPA:   DW      4000H
                        ;
                        ;=======================================
EF10    CD EFAC         START:  CALL    INIT    ;INIT BV
EF13    F3              ENT:    DI
EF14    F5                      PUSH    AF
EF15    C5                      PUSH    BC
EF16    D5                      PUSH    DE
EF17    E5                      PUSH    HL
EF18    D9                      EXX
EF19    C5                      PUSH    BC
EF1A    D5                      PUSH    DE
EF1B    E5                      PUSH    HL      ;SAVE REGISTERS
                        ;
EF1C    ED 4B EF0C              LD      BC,(CPORTA)
EF20    3E 04                   LD      A,04H   ;COMP ACCESS
EF22    ED 79                   OUT     (C),A   ;LATCH
EF24    D9                      EXX             ;BC'=(CPORTA)
EF25    CD EFBE                 CALL    DELAY
                        ;
EF28    2A EF0E                 LD      HL,(TOPA)       ;VRAM ADDRESS
EF2B    E5                      PUSH    HL
EF2C    CD EF52                 CALL    IMAGES  ;BLUE
                        ;
EF2F    E1                      POP     HL
EF30    E5                      PUSH    HL
EF31    CB B4                   RES     6,H
EF33    CB FC                   SET     7,H
EF35    CD EF52                 CALL    IMAGES  ;RED
```

```
                                    ;
EF38    E1                                  POP     HL
EF39    CB FC                               SET     7,H
EF3B    CD EF52                             CALL    IMAGES  ;GREEN
                                    ;
EF3E    3E 08                               LD      A,08H   ;VIDEO ACCESS
EF40    D9                                  EXX             ;BC'=(CPORTA)
EF41    ED 79                               OUT     (C),A
EF43    D9                                  EXX
                                    ;
EF44    CD EFBE                             CALL    DELAY
                                    ;
EF47    E1                                  POP     HL
EF48    D1                                  POP     DE
EF49    C1                                  POP     BC
EF4A    D9                                  EXX
EF4B    E1                                  POP     HL
EF4C    D1                                  POP     DE
EF4D    C1                                  POP     BC
EF4E    F1                                  POP     AF      ;LOAD REGISTERS
                                    ;
EF4F    FB                                  EI
EF50    C9                                  RET             ;OR RETI
EF51    00                                  NOP
                                    ;======================================
                                    ;
EF52    3E 02                       IMAGES: LD      A,02H   ;NEXT PLANE
EF54    D9                                  EXX             ;BC'=(CPORTA)
EF55    ED 79                               OUT     (C),A
EF57    D9                                  EXX
                                    ;
EF58    CD EF91                             CALL    DUMYV   ;SKIP LINES
EF5B    3A EF01                             LD      A,(YS)  ;LINE COUNT
EF5E    5F                                  LD      E,A     ;E=COUNTER
EF5F    CD EF9F                     IMAY:   CALL    DUMYH   ;SKIP BYTES
EF62    44                                  LD      B,H
EF63    4D                                  LD      C,L     ;COPY ADDRESS
EF64    3A EF00                             LD      A,(XS)
EF67    57                                  LD      D,A     ;COUNTER
EF68    D9                                  EXX             ;BC'=(CPORTA)
EF69    03                                  INC     BC      ;BC'=(DPORTA)
EF6A    ED 78                       POO:    IN      A,(C)   ;READ 1 BYTE
EF6C    D9                                  EXX
EF6D    ED 79                               OUT     (C),A   ;TO VRAM
EF6F    03                                  INC     BC      ;INC VRAM ADDR.
EF70    15                                  DEC     D       ;DEC COUNTER
EF71    D9                                  EXX
EF72    C2 EF6A                             JP      NZ,POO
EF75    0B                                  DEC     BC      ;BC'=(CPORTA)
EF76    D9                                  EXX
                                    ;
EF77    3A EF04                             LD      A,(STIME)
EF7A    CD EF94                             CALL    NEXTL   ;SKIP LINES
                                    ;
EF7D    3E 08                               LD      A,8     ;DOWN 1 LINE
EF7F    84                                  ADD     A,H
EF80    67                                  LD      H,A
EF81    E6 38                               AND     38H
EF83    C2 EF8C                             JP      NZ,IMANEX
EF86    01 3FB0                             LD      BC,4000H-80
EF89    B7                                  OR      A
EF8A    ED 42                               SBC     HL,BC
EF8C    1D                          IMANEX: DEC     E
EF8D    C2 EF5F                             JP      NZ,IMAY ;LOOP
EF90    C9                                  RET
                                    ;
                                    ;?? LINES PASS
EF91    3A EF02                     DUMYV:  LD      A,(UPPASS)
                                    ;
EF94    D9                          NEXTL:  EXX             ;BC'=(CPORTA)
EF95    16 01                               LD      D,01H   ;1L DOWN
EF97    ED 51                       NEXTL1: OUT     (C),D
EF99    3D                                  DEC     A
EF9A    C2 EF97                             JP      NZ,NEXTL1
EF9D    D9                                  EXX
EF9E    C9                                  RET
                                    ;
                                    ;?? BYTES SKIP
EF9F    D9                          DUMYH:  EXX             ;BC'=(CPORTA)
EFA0    0C                                  INC     C       ;BC'=(DPORTA)
EFA1    3A EF03                             LD      A,(LTPASS)
                                    ;
```

```
EFA4    ED 50              DUMYHL: IN      D,(C)
EFA6    3D                         DEC     A
EFA7    20 FB                      JR      NZ,DUMYHL
EFA9    0D                         DEC     C
EFAA    D9                         EXX             ;BC'=(CPORTA)
EFAB    C9                         RET
                           ;
EFAC    ED 4B EF0C         INIT:   LD      BC,(CPORTA)
EFB0    21 EF05                    LD      HL,MODES
EFB3    7E                 INIT0:  LD      A,(HL)
EFB4    23                         INC     HL
EFB5    B7                         OR      A
EFB6    C8                         RET     Z       ;END MODE SET
EFB7    ED 79                      OUT     (C),A   ;SET BV MODE
EFB9    CD EFBE                    CALL    DELAY
EFBC    18 F5                      JR      INIT0
                           ;
EFBE    11 0A37            DELAY:  LD      DE,2615 ;10
EFC1    1B                 DELAYL: DEC     DE      ;6
EFC2    7A                         LD      A,D     ;4
EFC3    B3                         OR      E       ;4
EFC4    20 FB                      JR      NZ,DELAYL       ;12/7
EFC6    C9                         RET             ;10
                           ;10+10+(6+4+4+12)*2615-12+7=68005
                           ;                       =17.00125ms
                           ;
                                   END
```

リスト 12-6「リスト 12-5」のダンプリスト "BV. CPU"でセーブ

```
EF00 50 C8 01 01 01 10 00 00 : 2B
EF08 00 00 00 00 02 08 00 40 : 4A
EF10 CD AC EF F3 F5 C5 D5 E5 : CF
EF18 D9 C5 D5 E5 ED 4B 0C EF : 8B
EF20 3E 04 ED 79 D9 CD BE EF : FB
EF28 2A 0E EF E5 CD 52 EF E1 : FB
EF30 E5 CB B4 CB FC CD 52 EF : 39
EF38 E1 CB FC CD 52 EF 3E 08 : FC
EF40 D9 ED 79 D9 CD BE EF E1 : 73
EF48 D1 C1 D9 E1 D1 C1 F1 FB : CA
EF50 C9 00 3E 02 D9 ED 79 D9 : 21
EF58 CD 91 EF 3A 01 EF 5F CD : A3
EF60 9F EF 44 4D 3A 00 EF 57 : 9F
EF68 D9 03 ED 78 D9 ED 79 03 : 83
EF70 15 D9 C2 6A EF 0B D9 3A : 27
EF78 04 EF CD 94 EF 3E 08 84 : 0D
--------------------------------
SUM: F5 DA 90 88 42 94 1F 75 92ED

EF80 67 E6 38 C2 8C EF 01 B0 : 73
EF88 3F B7 ED 42 1D C2 5F EF : 52
EF90 C9 3A 02 EF D9 16 01 ED : D1
EF98 51 3D C2 97 EF D9 C9 D9 : 51
EFA0 0C 3A 03 EF ED 50 3D 20 : D2
EFA8 FB 0D D9 C9 ED 4B 0C EF : DD
EFB0 21 05 EF 7E 23 B7 C8 ED : 22
EFB8 79 CD BE EF 18 F5 11 37 : 48
EFC0 0A 1B 7A B3 20 FB C9    : 36
--------------------------------
SUM: 6B 48 EC 62 A6 E2 15 98 168C
```

リスト 12-7 X1 turbo 用画像取り込みプログラム

```
                                   .Z80
                                   .PHASE  0EF00H
                           ;
1F80                       DMA     EQU     1F80H
                           ;
                           ;COMMANDS       10H     RESET,1/1
                           ;               20H     1/4
                           ;               40H     1/16
                           ;               80H     HALF TONE OFF
                           ;
                           ;               01H     NEXT 1 LINE
                           ;               02H     NEXT PLANE(B->R->G->B..)
                           ;               04H     COMP ACCESS
                           ;               08H     VIDEO ACCESS
                           ;
                           ;CZ-8BV2
                           ;               81H     HALF TONE=MODE1
                           ;               83H     X=320 MODE
                           ;               84H     X=640 MODE
                           ;               85H     MONO COLOR MODE
                           ;
EF00    50                 XS:     DB      80      ;X SIZE
EF01    C8                 YS:     DB      200     ;Y SIZE
EF02    01                 UPPASS: DB      1       ;UP PASS LINES
EF03    01                 LTPASS: DB      1       ;LEFT PASS BYTES
                           ;
```

```
EF04    01              STIME:   DB      1         ;SKIP LINES
                        ;
EF05    10 00           MODES:   DB      10H,00H
EF07    00 00 00 00              DB      00H,00H,00H,00H,00H
EF0B    00
                        ;
EF0C    0802            CPORTA:  DW      0802H     ;OR 800H
EF0E    4000            TOPA:    DW      4000H
                        ;
                        ;========================================
EF10    CD EFAA         START:   CALL    INIT      ;INIT BV,DMA
EF13    F3              ENT:     DI
EF14    F5                       PUSH    AF
EF15    C5                       PUSH    BC
EF16    D5                       PUSH    DE
EF17    E5                       PUSH    HL
EF18    D9                       EXX
EF19    C5                       PUSH    BC
EF1A    D5                       PUSH    DE
EF1B    E5                       PUSH    HL        ;SAVE REGISTERS
                        ;
EF1C    ED 4B EF0C               LD      BC,(CPORTA)
EF20    3E 04                    LD      A,04H     ;COMP ACCESS
EF22    ED 79                    OUT     (C),A     ;LATCH
EF24    D9                       EXX               ;BC'=(CPORTA)
EF25    CD EFE6                  CALL    DELAY
                        ;
EF28    2A EF0E                  LD      HL,(TOPA)         ;VRAM ADDRESS
EF2B    E5                       PUSH    HL
EF2C    CD EF52                  CALL    IMAGES    ;BLUE
                        ;
EF2F    E1                       POP     HL
EF30    E5                       PUSH    HL
EF31    CB B4                    RES     6,H
EF33    CB FC                    SET     7,H
EF35    CD EF52                  CALL    IMAGES    ;RED
                        ;
EF38    E1                       POP     HL
EF39    CB FC                    SET     7,H
EF3B    CD EF52                  CALL    IMAGES    ;GREEN
                        ;
EF3E    3E 08                    LD      A,08H     ;VIDEO ACCESS
EF40    D9                       EXX               ;BC'=(CPORTA)
EF41    ED 79                    OUT     (C),A
EF43    D9                       EXX
                        ;
EF44    CD EFE6                  CALL    DELAY
                        ;
EF47    E1                       POP     HL
EF48    D1                       POP     DE
EF49    C1                       POP     BC
EF4A    D9                       EXX
EF4B    E1                       POP     HL
EF4C    D1                       POP     DE
EF4D    C1                       POP     BC
EF4E    F1                       POP     AF        ;LOAD REGISTERS
                        ;
EF4F    FB                       EI
EF50    C9                       RET               ;OR RETI
EF51    00                       NOP
                        ;=======================================
                        ;
EF52    3E 02           IMAGES:  LD      A,02H     ;NEXT PLANE
EF54    D9                       EXX               ;BC'=(CPORTA)
EF55    ED 79                    OUT     (C),A
EF57    D9                       EXX
                        ;
EF58    CD EF8F                  CALL    DUMYV     ;SKIP LINES
EF5B    3A EF01                  LD      A,(YS)    ;LINE COUNT
EF5E    5F                       LD      E,A       ;E=COUNTER
EF5F    CD EF9D         IMAY:    CALL    DUMYH     ;SKIP BYTES
EF62    01 1F80                  LD      BC,DMA    ;DMA ADDRESS
EF65    3E 19                    LD      A,00011001B       ;WR0
EF67    ED 79                    OUT     (C),A
EF69    ED 69                    OUT     (C),L
EF6B    ED 61                    OUT     (C),H     ;SET VRAM ADDRESS
EF6D    3E CF                    LD      A,0CFH    ;WR6 LOAD
EF6F    ED 79                    OUT     (C),A
EF71    3E 87                    LD      A,87H     ;WR6 ENABLE
EF73    ED 79                    OUT     (C),A
                        ;
```

```
EF75    3A EF04              LD      A,(STIME)
EF78    CD EF92              CALL    NEXTL    ;SKIP LINES
                    ;
EF7B    3E 08                LD      A,8      ;DOWN 1 LINE
EF7D    84                   ADD     A,H
EF7E    67                   LD      H,A
EF7F    E6 38                AND     38H
EF81    C2 EF8A              JP      NZ,IMANEX
EF84    01 3FB0              LD      BC,4000H-80
EF87    B7                   OR      A
EF88    ED 42                SBC     HL,BC
EF8A    1D          IMANEX:  DEC     E
EF8B    C2 EF5F              JP      NZ,IMAY ;LOOP
EF8E    C9                   RET
                    ;
                    ;?? LINES PASS
EF8F    3A EF02     DUMYV:   LD      A,(UPPASS)
                    ;
EF92    D9          NEXTL:   EXX              ;BC'=(CPORTA)
EF93    16 01                LD      D,01H    ;1L DOWN
EF95    ED 51       NEXTL1:  OUT     (C),D
EF97    3D                   DEC     A
EF98    C2 EF95              JP      NZ,NEXTL1
EF9B    D9                   EXX
EF9C    C9                   RET
                    ;
                    ;?? BYTES SKIP
EF9D    D9          DUMYH:   EXX              ;BC'=(CPORTA)
EF9E    0C                   INC     C        ;BC'=(DPORTA)
EF9F    3A EF03              LD      A,(LTPASS)
                    ;
EFA2    ED 50       DUMYHL:  IN      D,(C)
EFA4    3D                   DEC     A
EFA5    20 FB                JR      NZ,DUMYHL
EFA7    0D                   DEC     C
EFA8    D9                   EXX              ;BC'=(CPORTA)
EFA9    C9                   RET
                    ;
EFAA    ED 4B EF0C  INIT:    LD      BC,(CPORTA)
EFAE    21 EF05              LD      HL,MODES
EFB1    7E          INIT0:   LD      A,(HL)
EFB2    23                   INC     HL
EFB3    B7                   OR      A
EFB4    28 07                JR      Z,INIT1 ;END MODE SET
EFB6    ED 79                OUT     (C),A    ;SET BV MODE
EFB8    CD EFE6              CALL    DELAY
EFBB    18 F4                JR      INIT0
                    ;
EFBD    3A EF00     INIT1:   LD      A,(XS)
EFC0    6F                   LD      L,A
EFC1    26 00                LD      H,0
EFC3    2B                   DEC     HL
EFC4    22 EFDE              LD      (DMAXS),HL        ;SET X SIZE
EFC7    2A EF0C              LD      HL,(CPORTA)
EFCA    23                   INC     HL                ;HL=DPORTA
EFCB    22 EFE3              LD      (DMAPDA),HL
                    ;
EFCE    21 EFDD              LD      HL,DMADT
EFD1    3E 09                LD      A,DMADTE-DMADT
EFD3    01 1F80     SETDMA:  LD      BC,DMA
EFD6    04          SDMAL:   INC     B
EFD7    ED A3                OUTI             ;OUT TO DMA
EFD9    3D                   DEC     A
EFDA    20 FA                JR      NZ,SDMAL
EFDC    C9                   RET
                    ;
EFDD    61          DMADT:   DEFB    01100001B         ;WR0
EFDE                DMAXS:   DEFS    2                 ;LENGTH
EFE0    1C                   DEFB    00011100B         ;WR1
EFE1    28                   DEFB    00101000B         ;WR2
EFE2    CD                   DEFB    1100110LB         ;WR4
EFE3                DMAPDA:  DEFS    2                 ;PORT B ADR.
EFE5    9A                   DEFB    10011010B         ;WR5
EFE6                DMADTE:
                    ;
EFE6    11 0A37     DELAY:   LD      DE,2615 ;10
EFE9    1B          DELAYL:  DEC     DE       ;6
EFEA    7A                   LD      A,D      ;4
EFEB    B3                   OR      E        ;4
EFEC    20 FB                JR      NZ,DELAYL         ;12/7
EFEE    C9                   RET              ;10
```

```
                              ;10+10+(6+4+4+12)*2615-12+7=68005
                              ;                         =17.00125ms
                              ;
                                        END
```

リスト 12-8 「リスト 12-7」のダンプリスト〝BV. DMA″でセーブ

```
EF00 50 C8 01 01 01 10 00 00 : 2B
EF08 00 00 00 00 02 08 00 40 : 4A
EF10 CD AA EF F3 F5 C5 D5 E5 : CD
EF18 D9 C5 D5 E5 ED 4B 0C EF : 8B
EF20 3E 04 ED 79 D9 CD E6 EF : 23
EF28 2A 0E EF E5 CD 52 EF E1 : FB
EF30 E5 CB B4 CB FC CD 52 EF : 39
EF38 E1 CB FC CD 52 EF 3E 08 : FC
EF40 D9 ED 79 D9 CD E6 EF E1 : 9B
EF48 D1 C1 D9 E1 D1 C1 F1 FB : CA
EF50 C9 00 3E 02 D9 ED 79 D9 : 21
EF58 CD 8F EF 3A 01 EF 5F CD : A1
EF60 9D EF 01 80 1F 3E 19 ED : 70
EF68 79 ED 69 ED 61 3E CF ED : 17
EF70 79 3E 87 ED 79 3A 04 EF : D1
EF78 CD 92 EF 3E 08 84 67 E6 : 65
---------------------------------
SUM: C0 C8 B0 5D 52 C0 51 0C 3533
```

```
EF80 38 C2 8A EF 01 B0 3F B7 : 1A
EF88 ED 42 1D C2 5F EF C9 3A : 5F
EF90 02 EF D9 16 01 ED 51 3D : 5C
EF98 C2 95 EF D9 C9 D9 0C 3A : 07
EFA0 03 EF ED 50 3D 20 FB 0D : 94
EFA8 D9 C9 ED 4B 0C EF 21 05 : FB
EFB0 EF 7E 23 B7 28 07 ED 79 : DC
EFB8 CD E6 EF 18 F4 3A 00 EF : D7
EFC0 6F 26 00 2B 22 DE EF 2A : D9
EFC8 0C EF 23 22 E3 EF 21 DD : 10
EFD0 EF 3E 09 01 80 1F 04 ED : C7
EFD8 A3 3D 20 FA C9 61 ED 1E : 2F
EFE0 1C 28 CD 0C CD 9A 11 37 : CC
EFE8 0A 1B 7A B3 20 FB C9    : 36
---------------------------------
SUM: B4 77 EE 11 CA 97 49 2B F2C9
```

次に小手しらべである。まずX1ユーザーはリスト12-9を，turboユーザーはリスト12-10を打ち込む（120行が1行違うだけである）。暴走すると元も子もなくなるのでセーブを忘れないように。

それからRUNすると（あらかじめ機械語部分をLOADMでロードしておいた方がよい），全画面取り込みが始まるのである。それがうまくいったらこっちのものである。SHIFT + BREAK で止めていただきたい。次に130〜160行をリスト12-11，12-12のように打ち換えてそれぞれセーブしていただきたい。おのおのが1/4画面，1/16画面の取り込みを実行するのである。

ここらでCZ-8BV2を持っている人のための腕慣らしである。リスト12-11の150行にあるコマンドの並びを，

HEXCHR$(〝10 20 83……

としていただきたい。よく観察した後で，BREAKして，次には，

HEXCHR$(〝10 20 84……

としていただきたい。どうだ，微妙にスクランブルのパターンが違うであろう。これが320ドットと640ドットモードの違いである。

次に同じようなことを，

HEXCHR$(〝10 20 81……

と，

HEXCHR$(〝10 20 00……

でもやっていただきたい。これがモード1とモード2の違いである。確かにモード2の方が自然な感じであろう。また，モード1では，320/640ドットの違いがないということもチェックしていただきたい。さらには申し訳ないのだが，ハイスピードモノクロに関しては自習ということにする。機械語プログラムを適当に書き換えるなどしてみて欲しい。モノ

クロであるから，パレットを替えて，１画面だけ転送すればよいのである。

リスト 12-9　X1 用全画面取り込み

```
100 INIT          :'1/1 MODE
110 CLEAR &HEF00
120 IF MEM$(&HEF10,3)<>HEXCHR$("CD AC EF") THEN LOADM "BV.CPU"
130 MEM$(&HEF00,4)=CHR$(80,200,24,3)
140 MEM$(&HEF04,1)=CHR$(1)
150 MEM$(&HEF05,7)=HEXCHR$("10 00 00 00 00 00 00")
160 MEM$(&HEF0C,4)=MKI$(&H802)+MKI$(&H4000)
170 CALL &HEF10
180 CALL &HEF13:GOTO 180
```

リスト 12-10　X1 turbo 用全画面取り込み

```
100 INIT          :'1/1 MODE
110 CLEAR &HEF00
120 IF MEM$(&HEF10,3)<>HEXCHR$("CD AA EF") THEN LOADM "BV.DMA"
130 MEM$(&HEF00,4)=CHR$(80,200,24,3)
140 MEM$(&HEF04,1)=CHR$(1)
150 MEM$(&HEF05,7)=HEXCHR$("10 00 00 00 00 00 00")
160 MEM$(&HEF0C,4)=MKI$(&H802)+MKI$(&H4000)
170 CALL &HEF10
180 CALL &HEF13:GOTO 180
```

リスト 12-11　4 分の 1 画面取り込み用変更点

```
130 MEM$(&HEF00,4)=CHR$(43,116,1,2)
140 MEM$(&HEF04,1)=CHR$(2)
150 MEM$(&HEF05,7)=HEXCHR$("10 20 00 00 00 00 00")
160 MEM$(&HEF0C,4)=MKI$(&H802)+MKI$(&H4000+37+80*10)
```

リスト 12-12　16 分の 1 画面取り込み用変更点

```
130 MEM$(&HEF00,4)=CHR$(21,58,1,2)
140 MEM$(&HEF04,1)=CHR$(4)
150 MEM$(&HEF05,7)=HEXCHR$("10 40 00 00 00 00 00")
160 MEM$(&HEF0C,4)=MKI$(&H802)+MKI$(&H4500+59+80)
```

さて，ここからがキメである。1/16 画面の取り込みプログラム（1/1 画面でも 1/4 画面でもいいが）の 180 行以降を**リスト 12-13**（turbo 用）もしくは**リスト 12-14**（X1 用）のように書き換えるのである。そうすれば BASIC は「OK」とメッセージを出すが，画像取り込みは相変わらず行なわれている。すなわちマルチタスク（？）のでき上がりである。ただし，**X1 用の方は，FM 音源ボード（CZ-8BS1）か，立体視ボード（CZ-8RB1）か，RS-232C・マウスボード（CZ-8BM2）が必要である**。そして，それぞれの場合において 200～220 行にあるように「CTC＝～」のアドレスを書き換えること。リスト 12-14 では FM 音源ボードに対応するようになっている。

このプログラムはなかなかに趣があるわけだが，欠点は少々キーの反応が悪くなることである。turbo の場合は TEMPO 文で適当に調節していただきたい（「TEMPO 30」で画

像取り込みが一番遅くなる)。X1の方では，300行と320行でCTCに送っている値(30と125)を大きくすると画像取り込みが遅くなり，小さくすると速くなる。これについては第5章を参照のこと。ところでリスト12-14では190行で「POKE &H61AE，1」とやっているが，これはBASICを書き換えて，「LIST」命令を実行してもグラフィックがOFFにならないようにしているのである(ただし「FILES」などではOFFになる)。ちなみにturboでは（リスト12-13ではやってないが)，「POKE &H14F9，1」とすることによって，「LIST」を実行してもグラフィックがOFFにならなくなる。

なお注意しておくが，リスト12-13の200行は「割り込みを禁止せずにベクトルテーブルを書き換えている」ので，とんでもない反則である。やりすぎると暴走する。また，リスト12-13，12-14は「何度もRUNさせてはいけない」のである。つまり，割り込みを禁止せずに割り込み処理ルーチンのワークをいじることになるからである。すなわち，2度目のRUN以降は**ロシアンルーレット**みたいなものである。

また，プログラム中でDELAYというサブルーチンを使っているが，その時間はドブに捨ててしまっているのである。つまり，CTCをうまく使うともっと時間を有効に使え，BASICのキー反応が向上するのである。それらに関しては自由研究としておきたい。

リスト12-13　X1 turbo用テレビインリスト変更点(turbo BASIC用)

```
180 TEMPO 80
190 MEM$(&HEF50,2)=HEXCHR$("ED 4D")
200 MEM$(&HF81E,2)=MKI$(&HEF13)
```

リスト12-14　X1用テレビインリスト変更点(NEW BASICでは動かない)

```
180 MEM$(&HEF50,2)=HEXCHR$("ED 4D")
190 POKE &H61AE,1 :'IF TAPE BASIC THEN &H68E2
200  CTC=&H704   :'CZ-8BS1
210 'CTC=&HA04   :'CZ-8BR1
220 'CTC=&H1FA8 :'CZ-8BM2
230 OUT CTC+0,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ0 RESET
240 OUT CTC+1,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ1 RESET
250 OUT CTC+2,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ2 RESET
260 OUT CTC+3,3:'ﾁｬﾝﾈﾙ3 RESET
270 '
280 MEM$(&H5E,2)    =HEXCHR$("13 EF"):'ﾜﾘｺﾐ TABLE SET
290 '
300 OUT CTC+0,&B100111   :OUT CTC+0,30    :'ﾁｬﾝﾈﾙ0 SET
310 OUT CTC+0,&H58                        :'ﾜﾘｺﾐﾍﾞｸﾄﾙ SET
320 OUT CTC+3,&B11000111:OUT CTC+3,125   :'ﾁｬﾝﾈﾙ3 SET
```

第13章

データレコーダ

テープもやってしまうのである

第13章
テープもやってしまうのである・・

この章ではデータレコーダについてやるのであるが，最初に断っておくと，私はテープには未来がないと思っているのである。確かにテープは安価であるし，X1，MZ では信頼性があってボーレートも**まあまあである**。しかし，いかんせんディスクにはかなうべくもない。たとえばアセンブラを使おうなどと考えたなら，1バイトの修正に平気で 10 分以上かかってしまうのである（もちろんそうでないアセンブラもあるが，その場合はアセンブルできるオブジェクトの大きさが制限されたりするのだ）。そのように考えてみるなら，私が「う〜む，これはテープのテクニックを極めたとしても，応用は限られてくるなぁ」と考えたとしても，もっともな話であろう。

しかしこの世にはまだまだテープユーザーがいることでもあるから，やはりやってしまうのである。

テープ関係のI/Oアドレスである

早い話が**図 13-1** である。

ここで注意が必要なのは，$1A01_H$番地の BREAK 信号である。ここはカセットが動作中に［SHIFT］＋［BREAK］（もしくは［CTRL］＋［C］）が押されたり，カセットコントロールキーが押されたりして動作がその筋したときなどに Low（＝0）になるのである。よってここをチェックしないと，カセットメカが停止しているにもかかわらず，プログラムの方はぽかんと口を開けてデータを待っているというだらしないことになってしまうのである。そのようなプログラムはフルロジックコントロール可能な X1 では **御法度** なのであ

図 13-1　テープ関係の I/O アドレス

$1A01_H$（8255②ポートB）

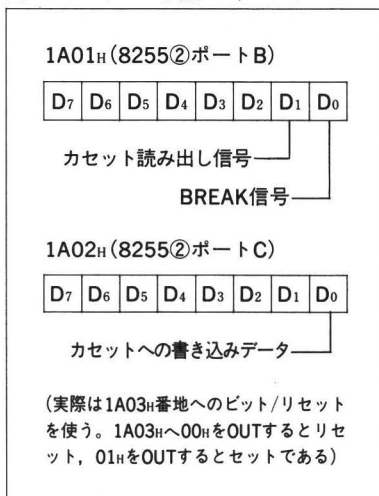
D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0

カセット読み出し信号 ── D_1
BREAK信号 ── D_0

$1A02_H$（8255②ポートC）

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0

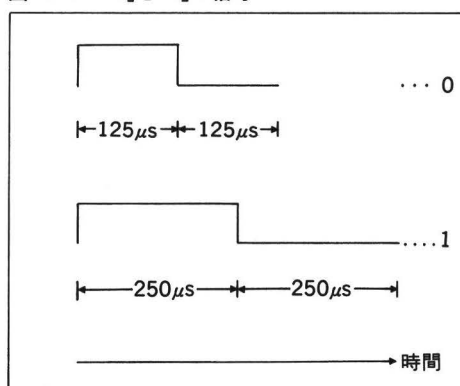
カセットへの書き込みデータ ── D_0

（実際は$1A03_H$番地へのビット/リセットを使う。$1A03_H$へ00_HをOUTするとリセット，01_HをOUTするとセットである）

る。心得ていただきたい。

あと言っておくべきこととなると，サブCPUのことがあるが，詳しくは第4章を見ていただきたい。

0と1である

図13-2を見ていただきたい。これらがX1のテープにおける0と1である。0と1が記録できるなら，デジタルデータに限れば充分に戦闘可能になる。実際にはこれらのほかに0でも1でもないものもあるわけだが，それらは単なる「無記録部分」として扱われる。

図13-2 「0」と「1」の信号

では具体的に0，1を書く方法と読む方法を示すことにする。

まずは書く方である。図13-2に示すような信号をテープに記録するわけだから，適当にタイミングを取って「カセットテープへの書き込みデータ」をL→H→Lにしてやればよいのである。

次に読む方である。方法はいくらでも考えられるが，主流は，

1) 信号の立ち上がり（L→H）をとらえる

2) 185 μs待つ

3) 信号を読み取ってLなら0，Hなら1

という手法である。読者の中には「立ち上がりから立ち下がりまでの時間を計ってもいいじゃないか」と考える人もいるだろうが，それはいけないのである。なぜかというと，それだとノイズを拾う確率が**どどーんと**増えてしまうからである。「1回のサンプリング当たりの平均エラーレートがこれこれだとすると，0と1を読み間違う確率があーたらこーたら」というよーなことは，若干なのでやめておくが，先程述べた主流の方法で世の中が丸く収まっているのだから，とりあえずはこれでいーのだ。しかし，広い世の中には「うんにゃ！　私はテープリードエラーで痛い目を見たことがある。読むアルゴリズムを変えれば，あのときのプログラムを回収できるかもしれない！」などと言う人もいるかもしれない。確かにそのとーりであろう。この本は，そのよーな人が**自力で**問題を解決するという基本姿勢を保ちつつ，さっさと次に行ってしまうのであった。

テープの記録フォーマットである

「０」と「１」をテープに記録することによって，プログラムやデータを保存するわけであるが，やはり世の常としていきなりファイル名やデータを書くわけにはいかないのである。なぜならば，**テープはどこから読み始められるか分からないので，**「今読んでいるのはファイル名なのか？　それともデータの途中なのか？」ということを判別できなければならないからである。つまり「はいっ！　もうじき〝ファイル名〟の始まりですよっ！」とかいう**特別なマーク**が必要なのだ。そんなこんなの形式は各機種，各システムで違ってくるわけであるが，**図 13-3** が一番大事な X1 HuBASIC でのフォーマットである。MZ でのフォーマットも**図 13-4** に示しておいた。これらは「Oh！MZ」'84 年 7 月号に掲載されていたものである。

図 13-3　X1 HuBASIC でのテープフォーマット

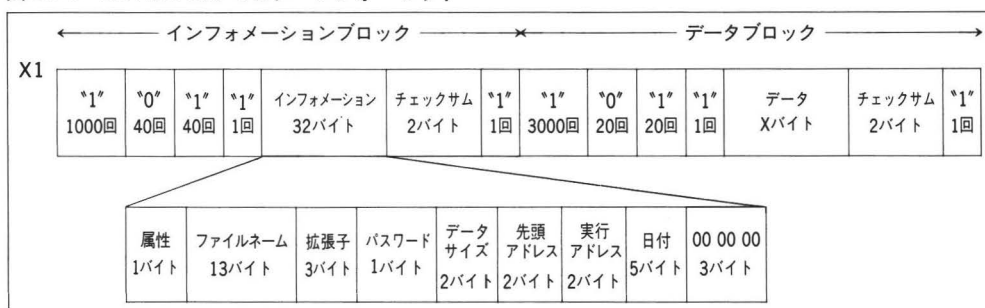
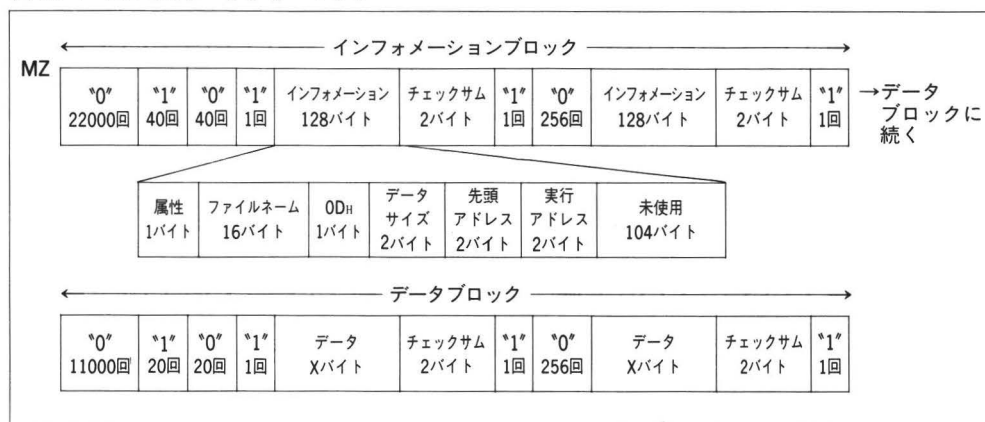



図 13-4　MZ でのテープフォーマット

図には書いてないが，実はまず最初に無録音部が 8 秒間ある。これはテープのリーダーの読み飛ばしと，APSS のために必要である。APSS，別名「一発頭出し」は簡単に言ってしまえば「早送りしながら無録音部を検出して止まる」ということだからである。続いてインフォメーション部とデータ部が来るわけである。これらの基本的な構造は同じであるからインフォメーション部だけをねっとりと説明する。

インフォメーション部は図 13-3 に示してあるような**マーク**から始まる。つまり「１」が

1000個，「0」が40個，また「1」が40個，最後に駄目押しで「1」が1個である。その後に続くのがインフォメーションの本体であるが，そのバイト数は32バイトと決まっている。

さて，そこで「1バイト」の書き方である。まず1バイトに先立って**スタートビット**なるものが書かれる。これは「1」が1回である。なぜこのよーなものがあるかというと，やはりこれはテープが宿命的に持つ悲しさと言わざるを得ない。つまり，テープはメカの回転変動などの影響を受けやすいので，所々に印を入れておかなければならないのだ。ただしこれを入れるとエラー発生率が下がるというものではなく，エラーの発生を検知できるというぐらいの役割しかない。それともう一つ，先程述べた**マーク**と同じパターンがテープに書かれるということを避ける意味もあるだろう。9ビットごとに「1」が来るのだから，ファイル名を書いている最中に偶然マークと同じパターン（「0」が続けて20個）が現れてしまう心配はないのである(こちらの方がもっと大事であろう)。そのよーな手続きを経た後に，1バイトを書くのである。書く順番は第7ビットからである。

このようにして32バイトのインフォメーションを書いた後に続いて，2バイトのチェックサムがある。これは「チェックサムエラー」を出すためである。図13-3にもあるように，これはインフォメーションブロックにある32バイトのデータ中にある「1」の個数である。この値は変態なことに，High, Lowの順になっている。つまり「1」が300個＝$12C_H$個だったなら，この2バイトは01_H，$2C_H$の順に並んでいる(インフォメーションの場合は32バイトだから，最大でも100_Hであるが)。Z80での通常の2バイト数値とは逆順なのである。

インフォメーション部は最後に「1」が1回書かれて終わる。これはストップビットと呼ばれる。

データブロックは，マークが少し違うこと，長さ（バイト数）が不定であることを除けばインフォメーションブロックと同じである。データブロックのバイト数はインフォメーションブロックの18，19バイト目（「0バイト目」から数える）にあるから，このことを心得ていれば問題はない。

読んだり書いたりするのである

ここからプログラムの解説モードに突入する。

リスト13-1はテープのリード/ライトを行なう機械語プログラム，**リスト13-2**はそのダンプリスト，**リスト13-3**がそれを使っているプログラムである。ただし恐ろしいことに，普通では満足できないというその筋の「さが」によって，さまざまな仕掛けがしてあるのだ。すなわち，

- ボーレートを自由に設定できる
- G-RAMを使って64Kバイトを読み書きできる
- フォーマットはMZかX1を選択できる

となっているのである。その結果として使い方は少々その筋しているが，パターンは限ら

れているのだからこれでいーのだ。

リスト 13-1 テープ入出力プログラム

```
                                .Z80
                                .PHASE  0BC00H
                              ;
1A01                          FMCMT   EQU     1A01H
1A03                          C8255   EQU     1A03H
1A02                          TOCMT   EQU     1A02H
                              ;
0072                          PATRMM  EQU     0072H   ;LD     (HL),D:NOP
51ED                          PATRIO  EQU     51EDH   ;OUT    (C),D
                              ;
0056                          PATWMM  EQU     0056H   ;LD     D,(HL):NOP
50ED                          PATWIO  EQU     50EDH   ;IN     D,(C)
                              ;
0041                          X1L     EQU     65
001D                          X1S     EQU     29
002E                          X1W     EQU     46
                              ;
                              ;4 JUMP TABLES
                              ;
BC00      C3 BC27             WHEAD:  JP      WHEAD1
BC03      C3 BC4A             WBODY:  JP      WBODY1
BC06      C3 BD30             RHEAD:  JP      RHEAD1
BC09      C3 BD47             RBODY:  JP      RBODY1
                              ;
BC0C      BE60                FCBAD:  DW      LAST
BC0E      0000                BDYLEN: DW      0000H
                              ;
BC10      00                  FLAG:   DB      0       ;MZ or X1
BC11      41                  LONGH:  DB      X1L     ;LONG HIGH
BC12      33                  LONGL:  DB      X1L-14  ;LONG LOW
BC13      1D                  SHORTH: DB      X1S     ;SHORT HIGH
BC14      0F                  SHORTL: DB      X1S-14  ;SHORT L
BC15      2E                  W185:   DB      X1W     ;SAMPLING TIME
BC16      05                  AFTERW: DB      5       ;SKIP
                              ;
BC17                          ISET:                   ;FCB MARK
BC17      03E8                IMARK1: DW      1000
BC19      0028                IMARK2: DW      40
BC1B      0028                IMARK3: DW      40
                              ;
BC1D                          DSET:                   ;BODY MARK
BC1D      0BB8                DMARK1: DW      3000
BC1F      0014                DMARK2: DW      20
BC21      0014                DMARK3: DW      20
                              ;
BC23      0020                FCBLEN: DW      32      ;FCB LENGTH
                              ;
BC25                          SUM:    DS      2       ;WORK AREA
                              ;
                              ;***** WRITE ROUTINE BEGIN *****
                              ;
BC27      AF                  WHEAD1: XOR     A       ;WRITE HEAD
BC28      01 1A03                     LD      BC,C8255;8255 CONTROLE
BC2B      ED 79                       OUT     (C),A   ;WRITE 'L'
BC2D      21 21E4                     LD      HL,8676 ;COUNTER
BC30      CD BE3F                     CALL    WAITXX  ;WRITE 8 SEC GAP
                              ;
BC33      F3                          DI
BC34      21 0056                     LD      HL,PATWMM
BC37      22 BCBB                     LD      (PATW),HL       ;PATCH!
BC3A      2A BC0C                     LD      HL,(FCBAD)
BC3D      ED 5B BC23                  LD      DE,(FCBLEN)
BC41      FD 21 BC17                  LD      IY,ISET
BC45      CD BC6A                     CALL    WRITGO  ;WRITE HEAD
BC48      FB                          EI
BC49      C9                          RET
                              ;
BC4A      21 0100             WBODY1: LD      HL,100H ;WRITE BODY
BC4D      CD BE3F                     CALL    WAITXX  ;WRITE GAP
                              ;
BC50      21 50ED                     LD      HL,PATWIO
BC53      22 BCBB                     LD      (PATW),HL       ;PATCH!
BC56      21 FF00                     LD      HL,0000H-100H   ;0FF00H
BC59      01 4000                     LD      BC,4000H        ;GRAM
BC5C      ED 5B BC0E                  LD      DE,(BDYLEN)
BC60      FD 21 BC1D                  LD      IY,DSET
```

```
BC64    F3              DI
BC65    CD BC6A         CALL    WRITGO  ;WRITE BODY
BC68    FB              EI
BC69    C9              RET
                ;
BC6A    D9      WRITGO: EXX
BC6B    FD 4E 00        LD      C,(IY+0)
BC6E    FD 46 01        LD      B,(IY+1)
BC71    37              SCF             ;CARRY=1
BC72    CD BCE3         CALL    WMARK   ;WRITE MARK1
                ;
BC75    FD 4E 02        LD      C,(IY+2)
BC78    FD 46 03        LD      B,(IY+3)
BC7B    B7              OR      A       ;CARRY=0
BC7C    CD BCE3         CALL    WMARK   ;WRITE MARK2
                ;
BC7F    FD 4E 04        LD      C,(IY+4)
BC82    FD 46 05        LD      B,(IY+5)
BC85    37              SCF             ;CARRY=1
BC86    CD BCE3         CALL    WMARK   ;WRITE MARK3
                ;
BC89    37              SCF             ;CARRY=1
BC8A    CD BCFB         CALL    WBIT    ;START BIT
                ;
BC8D    D9              EXX
BC8E    CD BC96         CALL    WBYTES  ;HONTAI
                ;
BC91    37              SCF             ;CARRY=1
BC92    CD BCFB         CALL    WBIT    ;STOP BIT
BC95    C9              RET
                ;
BC96    D9      WBYTES: EXX
BC97    21 0000         LD      HL,0000H ;CHECK SUM
BC9A    D9              EXX
BC9B    CD BCB5         CALL    WBS1
                ;
BC9E    D9              EXX
BC9F    7C              LD      A,H
BCA0    65              LD      H,L
BCA1    6F              LD      L,A     ;SWAP H-L
BCA2    22 BC25         LD      (SUM),HL
BCA5    11 0002         LD      DE,2
BCA8    21 0056         LD      HL,PATWMM
BCAB    22 BCBB         LD      (PATW),HL       ;PATCH!
BCAE    21 BC25         LD      HL,SUM
BCB1    CD BCB5         CALL    WBS1    ;WRITE CHECK SUM
BCB4    C9              RET
                ;
BCB5    D5      WBS1:   PUSH    DE
BCB6    78              LD      A,B
BCB7    FE 40           CP      40H     ;BC < 4000H ?
BCB9    38 05           JR      C,MRAMW ;THEN JUMP
BCBB    ED 50   PATW:   IN      D,(C)   ;GET FROM GRAM
BCBD    C3 BCC1         JP      MRAMW1
BCC0    56      MRAMW:  LD      D,(HL)  ;GET FROM MRAM
BCC1    23      MRAMW1: INC     HL
BCC2    03              INC     BC      ;INC POINTERS
BCC3    CD BCCD         CALL    WBYTE   ;WRITE 1 BYTE
BCC6    D1              POP     DE
BCC7    1B              DEC     DE      ;DEC COUNTER
BCC8    7A              LD      A,D
BCC9    B3              OR      E       ;CHECK IT
BCCA    20 E9           JR      NZ,WBS1
BCCC    C9              RET
                ;
BCCD    C5      WBYTE:  PUSH    BC      ;WRITE 1 BYTE
BCCE    37              SCF
BCCF    CD BCFB         CALL    WBIT
                ;
BCD2    06 08           LD      B,8     ;8 BITS
BCD4    CB 12   WBYTE1: RL      D
BCD6    D9              EXX
BCD7    D2 BCDB         JP      NC,WBYTE2
BCDA    23              INC     HL      ;INC CHECK SUM
BCDB    D9      WBYTE2: EXX
BCDC    CD BCFB         CALL    WBIT    ;WRITE 1 BIT
BCDF    10 F3           DJNZ    WBYTE1
BCE1    C1              POP     BC
BCE2    C9              RET
                ;
BCE3    F5      WMARK:  PUSH    AF      ;SAVE CARRY
```

```
BCE4    3A BC10              LD     A,(FLAG);GET FLAG
BCE7    CE 00                ADC    A,00H
BCE9    1F                   RRA    ;IF MZ CY REVERSE
BCEA    F5          WMARK1:  PUSH   AF
BCEB    C5                   PUSH   BC
BCEC    CD BCFB              CALL   WBIT
BCEF    C1                   POP    BC
BCF0    0B                   DEC    BC
BCF1    78                   LD     A,B
BCF2    B1                   OR     C       ;COUNTER
BCF3    28 03                JR     Z,WMARK2
BCF5    F1                   POP    AF
BCF6    18 F2                JR     WMARK1
                    ;
BCF8    F1          WMARK2:  POP    AF
BCF9    F1                   POP    AF
BCFA    C9                   RET
                    ;
BCFB                WBIT:    ;CY->"1",NON CY->"0"
BCFB    C5                   PUSH   BC              ;11
BCFC    30 09                JR     NC,WBIT0        ;12 or 7
BCFE    3A BC12              LD     A,(LONGL)       ;13
BD01    08                   EX     AF,AF'          ;4
BD02    3A BC11              LD     A,(LONGH)       ;13
BD05    18 0B                JR     WBIT1           ;12
BD07    38 09       WBIT0:   JR     C,WBIT1         ;12 or 7
BD09    3A BC14              LD     A,(SHORTL)      ;13
BD0C    08                   EX     AF,AF'          ;4
BD0D    3A BC13              LD     A,(SHORTH)      ;13
BD10    18 00                JR     WBIT1           ;12
BD12    01 1A03     WBIT1:   LD     BC,C8255        ;10
BD15    F5                   PUSH   AF              ;11
BD16    3E 01                LD     A,1             ;7
                    ;
BD18    ED 79                OUT    (C),A   ;12
BD1A    F1                   POP    AF      ;10
BD1B    CD BE52              CALL   WAITX   ;17
BD1E    AF                   XOR    A       ;4
                    ;
BD1F    ED 79                OUT    (C),A   ;12
BD21    08                   EX     AF,AF'  ;4
BD22    CD BE52              CALL   WAITX   ;17
BD25    01 1A01              LD     BC,FMCMT;10
BD28    ED 78                IN     A,(C)   ;12
BD2A    0F                   RRCA           ;4
BD2B    D2 BE0D              JP     NC,BREAK;10
BD2E    C1                   POP    BC      ;10
BD2F    C9                   RET            ;10
                    ;
                    ;***** WRITE ROUTINE END *****
                    ;
                    ;***** READ ROUTINE BEGIN *****
                    ;
BD30    F3          RHEAD1:  DI                     ;READ HEAD
BD31    21 0072              LD     HL,PATRMM
BD34    22 BDC6              LD     (PATR),HL       ;PATCH!
BD37    2A BC0C              LD     HL,(FCBAD)      ;DCB ADD.
BD3A    ED 5B BC23           LD     DE,(FCBLEN)     ;LENGTH
BD3E    FD 21 BC17           LD     IY,ISET
BD42    CD BD61              CALL   READGO
BD45    FB                   EI
BD46    C9                   RET
                    ;
BD47    F3          RBODY1:  DI                     ;READ BODY
BD48    21 51ED              LD     HL,PATRIO
BD4B    22 BDC6              LD     (PATR),HL       ;PATCH!
BD4E    21 FF00              LD     HL,0000H-100H   ;DATA ADD.
BD51    01 4000              LD     BC,4000H
BD54    ED 5B BC0E           LD     DE,(BDYLEN)     ;LENGTH
BD58    FD 21 BC1D           LD     IY,DSET
BD5C    CD BD61              CALL   READGO
BD5F    FB                   EI
BD60    C9                   RET
                    ;
BD61    D9          READGO:  EXX
BD62    CD BDFD     REDGO1:  CALL   COUNT0  ;COUNT "0"
BD65    FD 5E 02             LD     E,(IY+2)
BD68    FD 56 03             LD     D,(IY+3)
BD6B    B7                   OR     A
BD6C    ED 52                SBC    HL,DE   ;CHECK MARK2
BD6E    20 F2                JR     NZ,REDGO1
```

```
                                  ;
BD70     FD 46 04                          LD      B,(IY+4)
BD73     05                                DEC     B
BD74     3A BC10                           LD      A,(FLAG)
BD77     57                                LD      D,A
BD78     CD BE14                  REDGO2:  CALL    RBIT
BD7B     3E 00                             LD      A,00H
BD7D     17                                RLA             ;X1->1,MZ->0
BD7E     BA                                CP      D       ;BIT = FLAG ?
BD7F     CA BE0D                           JP      Z,BREAK ;THEN BREAK
BD82     10 F4                             DJNZ    REDGO2
                                  ;
BD84     CD BE14                           CALL    RBIT    ;READ LAST MARK
BD87     D2 BD62                           JP      NC,REDGO1
                                  ;
BD8A     D9                                EXX
BD8B     CD BDA2                           CALL    RBYTES  ;READ HONTAI
                                  ;
BD8E     ED 5B BC25                        LD      DE,(SUM)
BD92     7A                                LD      A,D
BD93     53                                LD      D,E
BD94     5F                                LD      E,A     ;SWAP H-L
BD95     B7                                OR      A
BD96     ED 52                             SBC     HL,DE   ;CHECK SUM
BD98     C2 BE11                           JP      NZ,CSERR
                                  ;
BD9B     CD BE14                           CALL    RBIT    ;STOP BIT
BD9E     D2 BE0D                           JP      NC,BREAK
                                  ;
BDA1     C9                                RET
                                  ;
BDA2     D9                       RBYTES:  EXX
BDA3     21 0000                           LD      HL,0000H ;CHECK SUM
BDA6     D9                                EXX
BDA7     CD BDBD                           CALL    RBS1    ;READ HONTAI
                                  ;
BDAA     D9                                EXX
BDAB     E5                                PUSH    HL
BDAC     11 0002                           LD      DE,2
BDAF     21 0072                           LD      HL,PATRMM
BDB2     22 BDC6                           LD      (PATR),HL         ;PATCH!
BDB5     21 BC25                           LD      HL,SUM
BDB8     CD BDBD                           CALL    RBS1    ;READ CHECK SUM
BDBB     E1                                POP     HL
BDBC     C9                                RET
                                  ;
BDBD     D5                       RBS1:    PUSH    DE
BDBE     CD BDD5                           CALL    RBYTE
BDC1     78                                LD      A,B
BDC2     FE 40                             CP      40H     ;BC < 4000H ?
BDC4     38 05                             JR      C,MRAMR ;THEN JUMP
BDC6     ED 51                    PATR:    OUT     (C),D   ;STORE TO GRAM
BDC8     C3 BDCC                           JP      MRAMR1
BDCB     72                       MRAMR:   LD      (HL),D  ;STORE TO MRAM
BDCC     23                       MRAMR1:  INC     HL
BDCD     03                                INC     BC
BDCE     D1                                POP     DE
BDCF     1B                                DEC     DE
BDD0     7A                                LD      A,D
BDD1     B3                                OR      E       ;CHECK COUNTER
BDD2     20 E9                             JR      NZ,RBS1
BDD4     C9                                RET
                                  ;
BDD5     C5                       RBYTE:   PUSH    BC      ;READ 1 BYTE
BDD6     CD BE14                           CALL    RBIT
BDD9     30 32                             JR      NC,BREAK          ;START BIT
                                  ;
BDDB     16 00                             LD      D,00H   ;CLEAR DATA
BDDD     06 08                             LD      B,8
BDDF     CD BE14                  RBYTE1:  CALL    RBIT
BDE2     D9                                EXX
BDE3     30 01                             JR      NC,RBYTE2
BDE5     23                                INC     HL      ;INC CHECK SUM
BDE6     D9                       RBYTE2:  EXX
BDE7     CB 12                             RL      D       ;STORE 1 BIT
BDE9     10 F4                             DJNZ    RBYTE1
BDEB     C1                                POP     BC
BDEC     C9                                RET
                                  ;
BDED     21 0000                  COUNT1:  LD      HL,0000H
BDF0     3A BC10                           LD      A,(FLAG)
```

```
BDF3    B7                      OR      A
BDF4    20 10                   JR      NZ,CT01 ;IF MZ COUNT0
BDF6    CD BE14         CT11:   CALL    RBIT
BDF9    D0                      RET     NC
BDFA    23                      INC     HL
BDFB    18 F9                   JR      CT11
                        ;
BDFD    21 0000         COUNT0: LD      HL,0000H
BE00    3A BC10                 LD      A,(FLAG)
BE03    B7                      OR      A
BE04    20 F0                   JR      NZ,CT11 ;IF MZ COUNT1
BE06    CD BE14         CT01:   CALL    RBIT
BE09    D8                      RET     C
BE0A    23                      INC     HL
BE0B    18 F9                   JR      CT01
                        ;
BE0D    3E 1D           BREAK:  LD      A,29    ;ERR CODE
BE0F    DD E9                   JP      (IX)
BE11    AF              CSERR:  XOR     A       ;UNPRINTABLE
BE12    DD E9                   JP      (IX)
                        ;
BE14    C5              RBIT:   PUSH    BC
BE15    01 1A01                 LD      BC,FMCMT
BE18    ED 78           RBIT1:  IN      A,(C)   ;IN DATA
BE1A    0F                      RRCA
BE1B    30 F0                   JR      NC,BREAK
BE1D    0F                      RRCA
BE1E    38 F8                   JR      C,RBIT1 ;WHILE(HIGH) DO
                        ;
BE20    ED 78           RBIT2:  IN      A,(C)           ;12
BE22    0F                      RRCA                    ;4
BE23    D2 BE0D                 JP      NC,BREAK        ;10
BE26    0F                      RRCA                    ;4
BE27    D2 BE20                 JP      NC,RBIT2        ;10
                                                ;WHILE(LOW) DO
                        ;
                        ;NOW I GOT 'EDGE' !
BE2A    3A BC15                 LD      A,(W185)        ;7
BE2D    CD BE52                 CALL    WAITX           ;17
BE30    ED 78                   IN      A,(C)
BE32    0F                      RRCA
BE33    D2 BE0D                 JP      NC,BREAK
BE36    0F                      RRCA
BE37    3A BC16                 LD      A,(AFTERW)      ;SKIP TIME
BE3A    DC BE52                 CALL    C,WAITX
BE3D    C1                      POP     BC
BE3E    C9                      RET
                        ;
                        ;***** READ ROUTINE END *****
                        ;
                        ;***** WAIT ROUTINE *****
                        ;
BE3F    01 1A01         WAITXX: LD      BC,FMCMT;10
BE42    ED 78           WAPSS:  IN      A,(C)   ;12
BE44    0F                      RRCA            ;4
BE45    D2 BE0D                 JP      NC,BREAK;10
BE48    AF                      XOR     A       ;4
BE49    CD BE52                 CALL    WAITX   ;17+14*256+31
BE4C    2B                      DEC     HL      ;6
BE4D    7C                      LD      A,H     ;4
BE4E    B5                      OR      L       ;4
BE4F    20 F1                   JR      NZ,WAPSS ;12 or 7
BE51    C9                      RET             ;10
                        ;DAITAI HL*3688
BE52    F5              WAITX:  PUSH    AF              ;11
BE53    3D              WAITXL: DEC     A               ;4
BE54    C2 BE53                 JP      NZ,WAITXL       ;10
                        ;
BE57    F1                      POP     AF              ;10
BE58    C9                      RET                     ;10
                        ;11+14*Acc+20
                        ;Acc=46->644+31=675
                        ;
        MACRO-80 3.44   09-Dec-81       PAGE    1-7


BE59                            DS      7
BE60                    LAST:   DS      0
                                END
```

リスト 13-2　テープ入出力ダンプリスト

```
BC00 C3 27 BC C3 4A BC C3 30 : 62
BC08 BD C3 47 BD 60 BE 00 00 : A2
BC10 00 41 33 1D 0F 2E 05 E8 : BB
BC18 03 28 00 28 00 B8 0B 14 : 2A
BC20 00 14 00 20 00 1A 1A AF : 17
BC28 01 03 1A ED 79 21 E4 21 : AA
BC30 CD 3F BE F3 21 56 00 22 : 56
BC38 BB BC 2A 0C BC ED 5B 23 : D4
BC40 BC FD 21 17 BC CD 6A BC : A0
BC48 FB C9 21 00 01 CD 3F BE : B0
BC50 21 ED 50 22 BB BC 21 00 : 18
BC58 FF 01 00 40 ED 5B 0E BC : 52
BC60 FD 21 1D BC F3 CD 6A BC : DD
BC68 FB C9 D9 FD 4E 00 FD 46 : 2B
BC70 01 37 CD E3 BC FD 4E 02 : F1
BC78 FD 46 03 B7 CD E3 BC FD : 66
---------------------------------
SUM: D9 80 90 9D 3E 3C 75 78 C262

BC80 4E 04 FD 46 05 37 CD E3 : 81
BC88 BC 37 CD FB BC D9 CD 96 : B3
BC90 BC 37 CD FB BC C9 D9 21 : 3A
BC98 00 00 D9 CD B5 BC D9 7C : 6C
BCA0 65 6F 22 25 BC 11 02 00 : EA
BCA8 21 56 00 22 BB BC 21 25 : 56
BCB0 BC CD B5 BC C9 D5 78 FE : 0E
BCB8 40 38 05 ED 50 C3 C1 BC : FA
BCC0 56 23 03 CD CD BC D1 1B : BE
BCC8 7A B3 20 E9 C9 C5 37 CD : C8
BCD0 FB BC 06 08 CB 12 D9 D2 : 4D
BCD8 DB BC 23 D9 CD FB BC 10 : 27
BCE0 F3 C1 C9 F5 3A 10 BC CE : 46
BCE8 00 1F F5 C5 CD FB BC C1 : 1E
BCF0 0B 78 B1 28 03 F1 18 F2 : 5A
BCF8 F1 F1 C9 C5 30 09 3A 12 : F5
---------------------------------
SUM: DD D3 D0 37 2A 8D 0F 52 7B60

BD00 BC 08 3A 11 BC 18 0B 38 : 26
BD08 09 3A 14 BC 08 3A 13 BC : 24
BD10 18 00 01 03 1A F5 3E 01 : 6A
BD18 ED 79 F1 CD 52 BE AF ED : D0
BD20 79 08 CD 52 BE 01 01 1A : 7A
BD28 ED 78 0F D2 0D BE C1 C9 : 9B
BD30 F3 21 72 00 22 C6 BD 2A : 55
BD38 0C BC ED 5B 23 BC FD 21 : 0D
BD40 17 BC CD 61 BD FB C9 F3 : 75
BD48 21 ED 51 22 C6 BD 21 00 : 25
BD50 FF 01 00 40 ED 5B 0E BC : 52
BD58 FD 21 1D BC CD 61 BD FB : DD
BD60 C9 D9 CD FD BD FD 5E 02 : 86
BD68 FD 56 03 B7 ED 52 20 F2 : 5E
BD70 FD 46 04 05 3A 10 BC 57 : A9
BD78 CD 14 BE 3E 00 17 BA CA : 78
---------------------------------
SUM: F3 6C 48 92 61 30 30 CF D3FE

BD80 0D BE 10 F4 CD 14 BE D2 : 40
BD88 62 BD D9 CD A2 BD ED 5B : 6C
BD90 25 BC 7A 53 5F B7 ED 52 : 03
BD98 C2 11 BE CD 14 BE D2 0D : 0F
BDA0 BE C9 D9 21 00 00 D9 CD : 27
BDA8 BD BD D9 E5 11 02 00 21 : 6C
BDB0 72 00 22 C6 BD 21 25 BC : 19
BDB8 CD BD BD E1 C9 D5 CD D5 : 68
BDC0 BD 78 FE 40 38 05 ED 51 : EE
BDC8 C3 CC BD 72 23 03 D1 1B : D0
BDD0 7A B3 20 E9 C9 C5 CD 14 : A5
BDD8 BE 30 32 16 00 06 08 CD : 11
BDE0 14 BE D9 30 01 23 D9 CB : A3
BDE8 12 10 F4 C1 C9 21 00 00 : C1
BDF0 3A 10 BC B7 20 10 CD 14 : CE
BDF8 BE D0 23 18 F9 21 00 00 : E3
---------------------------------
SUM: E6 60 6B FF 80 86 6E 37 795A

BE00 3A 10 BC B7 20 F0 CD 14 : AE
BE08 BE D8 23 18 F9 3E 1D DD : 02
BE10 E9 AF DD E9 C5 01 01 1A : 3F
BE18 ED 78 0F 30 F0 0F 38 F8 : D3
BE20 ED 78 0F D2 0D BE 0F D2 : F2
BE28 20 BE 3A 15 BC CD 52 BE : C6
BE30 ED 78 0F D2 0D BE 0F 3A : 5A
BE38 16 BC DC 52 BE C1 C9 01 : 49
BE40 01 1A ED 78 0F D2 0D BE : 2C
BE48 AF CD 52 BE 2B 7C B5 20 : 08
BE50 F1 C9 F5 3D C2 53 BE F1 : B0
BE58 C9 00 00 00 00 00 00 00 : C9
---------------------------------
SUM: 48 29 33 66 5E E9 DC 9D A9B4
```

リスト 13-3　BASIC から「リスト 13-2」を使ってみる

```
100 CLEAR &HBC00
110 DEFUSR0=&HBC00:'WRITE FCB
120 DEFUSR1=&HBC03:'WRITE BODY
130 DEFUSR2=&HBC06:'READ FCB
140 DEFUSR3=&HBC09:'READ BODY
150 '
160 INIT
170 IF MEM$(&HBC00,3)<>HEXCHR$("C3 27 BC")THEN LOADM "TAPE.OBJ"
180 '
190 'for X1:ﾊｲｲﾛ ﾉ 2700 ﾎﾞｰ
200  MEM$(&HBC10,16)=HEXCHR$("00 41 33 1D 0F 2E 05 E8 03 28 00 28 00 B8 0B 14")
210  MEM$(&HBC20,5) =HEXCHR$("00 14 00 20 00")
220 '
230 'for S-OS "T:":2400 ﾎﾞｰ ﾅﾉﾆ X1 ﾄ ｵﾅｼﾞ ﾎﾞｰﾚｰﾄ ﾀﾞｯﾀﾘ ｽﾙ
240 'MEM$(&HBC10,16)=HEXCHR$("01 41 33 1D 0F 2E 01 F0 55 28 00 28 00 F8 2A 14")
250 'MEM$(&HBC20,5) =HEXCHR$("00 14 00 80 00")
260 '
270 'for MZ-80B/2000,2200:2000 ﾎﾞｰ
280 'MEM$(&HBC10,16)=HEXCHR$("01 58 56 28 26 40 05 F0 55 28 00 28 00 F8 2A 14")
```

```
290 'MEM$(&HBC20,5) =HEXCHR$("00 14 00 80 00")
300 '
310 'for MZ-80K/C/1200/700/1500:1200 ﾎﾞ-
320 'MEM$(&HBC10,16)=HEXCHR$("01 83 81 3E 3C 5A 05 F0 55 28 00 28 00 F8 2A 14")
330 'MEM$(&HBC20,5) =HEXCHR$("00 14 00 80 00")
340 '
350 INPUT "R/W";A$:IF A$="R" THEN GOSUB"READ":GOTO 350
360 IF A$="W" THEN GOSUB"WRITE":GOTO 350
370 GOTO 350
380 '
390 LABEL"READ"
400 CMT=2:'PLAY
410 D$=USR2(""):'READ FCB
420 CMT=1:'CSTOP
430 PRINT #0 "FOUND",MEM$(&HBE61,16),
440 L=CVI(MEM$(&HBE60+18,2)):'LENGTH
450 S=CVI(MEM$(&HBE60+20,2)):'START ADDRESS
460 X=CVI(MEM$(&HBE60+22,2)):'JUMP ADDRESS
470 PRINT #0 RIGHT$("000"+HEX$(S),4),
480 PRINT #0 RIGHT$("000"+HEX$(S+L-1),4),
490 PRINT #0 RIGHT$("000"+HEX$(X),4)
500 '
510 MEM$(&HBC0E,2)=MEM$(&HBE60+18,2):'COPY LENGTH
520 CMT=2:'PLAY
530 PRINT #0 "LOADING",MEM$(&HBE61,16)
540 D$=USR3(""):'READ BODY
550 CMT=1:'CSTOP
560 RETURN
570 '
580 LABEL"WRITE"
590 PRINT #0 "WRITING",MEM$(&HBE61,16)
600 CMT=10:'WRITE
610 D$=USR0(""):'WRITE FCB
620 CMT=1:'CSTOP
630 '
640 MEM$(&HBC0E,2)=MEM$(&HBE60+18,2):'COPY LENGTH
650 CMT=10:'PLAY
660 D$=USR1(""):'WRITE BODY
670 CMT=1:'CSTOP
680 RETURN
```

では機械語プログラムは後にして，先にリスト 13-3 の使い方を説明する。

よくある展開として，各モードの指定は「MEM$」で機械語ルーチンにパラメータを渡すことで行なっている。一番最初に指定してあるのは X1 フォーマットの場合のパラメータである。大抵の用はこれで済むだろうが，それだけでは面白くないので，後に続くようにさまざまなボーレートとフォーマットの挑戦を受けているのである。使うときは REM（'）を適当に入れたり消したりしていただきたい。

パラメータの領域は $BC10_H$～$BC24_H$ になっている。それぞれの意味は**表 13-1** に示してある。この部分はリスト 13-1 と併せて見た方が分かりやすいだろう。

それはともかく，このリスト 13-3 は 30K バイト以上の長さのファイル（実は BASIC）を読み書きさせて試験してあるので，異機種のフォーマットも大丈夫のはずである。ただし 1200 bps だけは例外で，CZ-8RL1 を使った場合は，**背面にあるボーレート切り換えスイッチを Low にしておけば OK** だが，それ以外の内蔵デッキでは，かなりエラーが出てしまうようである。ちなみに私は，しばらくの間このボーレート切り換えスイッチに気が付かず，バグ地獄をはいずり回っていたのであった。

それはさておき，具体的な説明をしておく。110～140 行に DEFUSR 文が 4 個並んでいる。機能は注釈にあるとおりである。まずは 390 行からのテープリードであるが，最初に CMT 命令でカセットデッキを READ 状態にしている。プログラム作成中は機械語ルーチンの中にカセットデッキコントロールのためのサブルーチンも入れてあったのだが，ちょ

表 13-1　リスト 1 のパラメータの説明

BC10H＝フラグである。0ならX1フォーマット，1ならMZフォーマット。

BC11H＝"1"のHighの長さ。ウエイトルーチンに渡すパラメータである。
BC12H＝"1"のLowの長さ。
BC13H＝"0"のHighの長さ。
BC14H＝"0"のLowの長さ。
BC15H＝信号の立ち上がりからサンプリングまでの待ち時間（X1では185μs)。
BC16H＝"1"を読んだ後のスキップ時間（あんまりたいした意味はない)。

BC17, 8H＝インフォメーションブロック（FCB）の最初のマークの数。
BC19, AH＝インフォメーションブロックの2番目のマークの数。
BC1B, CH＝インフォメーションブロックの3番目のマークの数。

BC1D, EH＝データブロックの最初のマークの数。
BC1F, 20H＝データブロックの2番目のマークの数。
BC21, 2H＝データブロックの3番目のマークの数。
BC23, 4H＝インフォメーションブロックの長さ。

っと長いし，第 4 章でやったサブ CPU の使い方そのものなので，取り除いてしまったのである。次に来るのは「USR2 ("　")」で，これはインフォメーションブロックの読み込みである。読み込む位置（アドレス）は BC0CH からの 2 バイトに入っていることになっている。何もいじらなければここには BE60Hが入っているので，モニタでダンプすれば見ることができるのである。読み込み終わったなら，一旦テープを止めて（CMT＝1）ファイル名を表示する。時々ファイル名の中に変なコントロールコードが交じっていることがあるので，「PRINT　#0」を使っている。ここではさらに縁起ものなのでスタートアドレス，エンドアドレス，実行アドレスも表示している。

次に「USR3 ("　")」でファイルの本体を読み込むわけであるが，ここで先程言っておいた**長さ**が出てくる。長さは BC0EH からの 2 バイトで指定するのだ。サンプルプログラムでは常識どおりにインフォメーションブロックの 18，19 バイト目を使っている。

ファイルの本体は無条件に G-RAM の 4000H（青画面）からにロードされるので，ボーレートが目で見えるのである。48K バイト（C000Hバイト）を超える場合は，メイン RAM の BF00H〜FEFFHにロードされる。なぜそのように中途半端なアドレスなのかというと，X1 の HuBASIC では FF00H〜を勝手に使えないからなのである。このことを一番手軽に確認するには，モニタに入ってダンプコマンドを実行してみればよい。しっかりキー入力バッファに使われてしまっているのである。てなわけで，使用に当たってはご注意である。

次は 580 行からのファイルの書き込みであるが，これは似たよーなものであるから割愛してしまって，さっさとリスト 13-1 の説明に行ってしまう。

まずは「PATRMM」というやつを見ていただきたい。察しのいい人なら分かるよーに，これはパッチ用のデータである。すなわち，このプログラムは自分自身を書き換えるのである。**嫌いなテクニック**を使ってしまって最高に気分が悪い私である。なんでこーなってしまったのかとゆーと，インフォメーションブロックやチェックサムはメイン RAM へリード（もしくはメイン RAM からライト）しなければならないが，データブロッ

クは無条件に G-RAM を対象にしているからである。フラグを使って分岐するとタイミングがその筋する可能性が高いのだ。ソフトウェアでタイミングを取っているプログラムの泣き所である。～MM というのがメイン RAM 用のパッチ，～IO というのが G-RAM 用のパッチである。

プログラムの実体は四つのジャンプから始まる。その次にパラメータエリアが並ぶ。では本筋の BC27$_H$の「WHEAD1」を説明する。最初にやっているのは APSS 用の 8 秒間のブランクの書き込みである。8255 のビットセット/リセットコマンドを使っていることに注意。詳しくは第 0 章の 8255 ②の所を見ていただきたい。「WAITXX」というサブルーチンは，前述の「BREAK 信号」のチェックも行なうウエイトルーチンである。それが済んだ後にインフォメーションブロックを書き始めることになる。ソフトウェアでタイミングを取るプログラムであるから BC33$_H$番地の「DI」で割り込みを禁止していることに注目。次に，インフォメーションブロック用のデータはメイン RAM 上にあるので，BC34$_H$～BC39$_H$でパッチを行なっている。これによって「PATW」(BCBB$_H$) からの 2 バイトが，

```
LD      (HL), D
NOP
```

に書き換わる。ここまできたなら，あとは HL レジスタにインフォメーションブロックのデータのアドレスを入れ (G-RAM の内容を書く場合は BC レジスタ)，DE レジスタにその長さを入れ，IY レジスタにマークの長さ (3 種類分)へのポインタを入れて「WRITGO」を CALL するわけである。

BC4A$_H$番地からの「WBODY1」も基本的には同じである。

最初にやっているのは GAP の書き込みである。インフォメーションブロックの直後にデータを書き込むと，タコなリードルーチンが読み飛ばしてしまうかもしれないので入れてある。本式にはどーするのか知らないが，世の中は丸く収まっているよーである。その後は G-RAM 方面へのパッチを行なって，各レジスタに値を放り込んで，「WRITGO」を CALL しているだけである。

以上のように書くと実に簡単そうに思えるかもしれないが，ここから先が七面倒なのである。

BC6A$_H$からの「WRITGO」を見ていただきたい。3 回「WMARK」を呼んでマークを書いている。このサブルーチンはキャリーフラグがセットされているなら「 1 」を，リセットされているのなら「 0 」を，BC レジスタの数だけ書くのである。ただしこれは X1 フォーマットの場合である。例の BC10$_H$番地のフラグが 1 (MZ モード)のときは「 0 」,「 1 」が逆になる。BCE4$_H$番地あたりを見て納得していただきたい。その後はフォーマットどおりにスタートビットを書き，本体のバイト列を書き(BC8E$_H$の「CALL WBYTES」)，最後にストップビットを書いている。

そこで問題点は BC96$_H$番地の「WBYTES」に移る。まず裏レジスタの HL を 0000$_H$にしている。これはチェックサム用のカウンタである。その後下働きの「WBS1」を呼び出している。これがバイト列ライトの直接の実行者である。このルーチンから帰ってきた後はまた「WBS1」を呼び出して 2 バイトのチェックサムを書いて終わりである。

「WBS1」(BCB5$_H$) はスタートビットとして「1」を1回書いた後 (BCCE$_H$〜BCD1$_H$), データを1バイトずつDレジスタに取り出して「WBYTE」を使って第7ビットから順に書いている (各バイトごとに各スタートビットも入れれば, 1バイトごとに9ビット書いているわけだ)。「WBYTE」はチェックサム用に, BCDA$_H$番地で「1」を数えている。

ここでやっと「WBIT」(BCFB$_H$) の説明に達した。このルーチンはキャリーフラグがセットされていれば「1」を, リセットされていれば「0」を書くわけである。BCFC$_H$からBD11$_H$までの間でその判定をして, A, A′レジスタにウエイト用の値を入れている。BD10$_H$の無駄な「JR」は,「1」と「0」での時間差をなくするためのもので縁起ものなので入れてある。念のために言っておくが,「1」は別名を「LONG」,「0」は別名を「SHORT」とも言うのである。つまり波形の長さからきた呼び方である。

「1」,「0」の書き方は少し考えれば分かるように, たとえばX1で「1」を書く場合は, I/Oの1A02$_H$番地の第0ビットをセット (High) して250 μsの間待ち, その後そのビットをリセット (Low) して250 μs待つのである (プログラムでは8255のビットセット/リセットコマンドを使っている)。

実を言うと, X1の場合はリセット (Low) しておく時間は少々短くしてある。理由は, このサブルーチンからリターンして**次の1ビットを書き始めるまでの間**もLowを書き続けているから, このサブルーチンの中でまるまる250 μs待っていると, Lowの期間が長くなりすぎてしまうからなのだ。この点に気を付けないと, X1ではリードエラーがバシバシ起きてしまうようである。しかしMZの方はこの点に関してはのんびりしているらしく, Lowが長すぎても問題はないようである。

BD25$_H$〜BD2D$_H$は「BREAK信号」のセンスである。この分の時間もLowの長さに入れてやらなければならないので, (LONGL) と (SHORTL) の値はその分小さくなっている。あ〜めんどくさ。

以上でテープライトルーチンの説明を終わるが, なぜかMZフォーマットは2回セーブのはずなのにそうなっていない。これを手抜きというのである。それはともかく, ここまで読んで気が付くように, このプログラムは**あんまり面白くない**(作った本人が言っているのだから本当である)。ほとんど唯一の特長は, わりかしきっちりしたトップダウンになっていることぐらいである。この事態を招いたもとは, テープのリード/ライトルーチンというものは, 決まりきったことを決まりきったようにやるものだからということであろう。「可能な限りに短く作る」などの目標があればまた別なのだろーが。

と, グチをこぼしながらリードルーチンの説明に入る。BD30$_H$からである。「RHEAD1」,「RBODY1」の構造は基本的にライトルーチンと同じである。最初に**マーク**を検出するのであるが, ここでは1番目のマークははなから無視している。理由は,「2, 3番目のマークだけで充分だから」と「MZではテープのリーダー部分のせいで, 1番目のマークは決まった個数にならないから」である。繰り返すが, 世の中は丸く収まっているのである。

というわけで, 2番, 3番目のマークを目標にして**同期を取って**実際のデータが書かれ

ている所に迫っていくのが BD62$_H$〜BD89$_H$である。ここまできたなら，「RBYTES」を呼び出して，指定したバイト数を読んでしまう。その後はチェックサムを確かめて，合っていればOK，さもなければエラーである。

「RBYTES」，「RBS1」，「RBYTE」に関しては別に説明する必要はないだろう，ということで BE14$_H$番地からの「RBIT」である。

まず，BE18$_H$〜BE1F$_H$のループである。ここは「テープから読んだ信号が High である限りループせよ」=「Low になったら出ていいよ」ということである（BREAK 信号のチェックは別だよ)。ここを抜けてきたならば，そのときテープの信号は Low になっている。次にある BE20$_H$〜BE29$_H$のループは「テープから読んだ信号が Low である限りループせよ」=「High になったら出ていいよ」である。これら二つのループのやっていることは，

エッジの検出

なわけである。すなわち，テープの信号が Low → High になった直後には BE2A$_H$番地に来ているのである。そこで，（X1の場合は）185 μs 待ってからもう一度テープの信号を読み取り，「1」なのか「0」なのかを見分けるのである。これがテープリードである。

プログラムでは BE37$_H$番地から，

```
LD    A, (AFTERW)
CALL C, WAITX
```

などというものがある。これは，「1」を読んだ後は，（X1の場合なら）次の1ビットまで 500−185=315 μs も時間があり，へたをするとよけいなノイズを読んでしまうかもしれないので厄除けのつもりで入れたのだが，はっきり言ってほとんど役に立っていないよーである。6バイト損こいた。なお，ライトルーチンと同じよーに，MZ フォーマットを読むときも二度読みはしていない。

そのよーなわけでプログラムの説明は一段落するのであるが，ここで一般教養としてソフトウェアでタイミングを取る場合に必要な「時間の計算方法」を示しておく。

てきとーな機械語の参考書を見ると，各命令ごとに「T（ステート数）=××」という数字が書いてあるはずである。これが，「その命令を実行するのに何クロック必要か」ということである。たとえば，「LD　A，n」ならば T=7 であるから，7クロックかかるのである。そいでもって，X1のクロックは 4MHz=4000000Hz だから，1クロックの時間は，

1÷4000000（Hz）=0.00000025（秒）

となる。すなわち1クロック=250 ns=0.25 μs である。このことから，「LD　A，n」の実行時間は 0.25(μs)×7=1.75(μs) と計算できる。実用的には，**すべてのステート数を足し合わせた数字を4で割り，それに「μs」を付ければよい。**

念のために書いておくと，

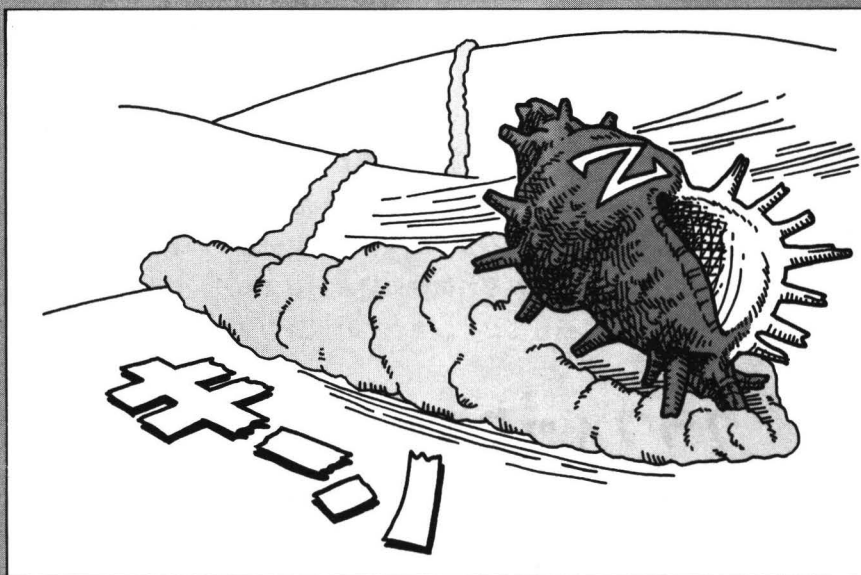
1ms（ミリ秒）　=0.001秒
1μs（マイクロ秒）=0.000001秒
1ns（ナノ秒）　=0.000000001秒

である。

そのよーなわけでテープであった。本章のサンプルプログラムは，このままでは単なるBASIC テープをバックアップするぐらいのことしかできない。しかし頑張れば「テープ→フロッピーディスク転送プログラム」ぐらいにはなるだろう。また，G-RAM にロードされたプログラムをメイン RAM に転送して実行する機械語ルーチンなどもおいしそうである。

最後に言っておくが，このプログラムは**プロテクトのかかったゲームプログラムなどは読めない。**読めないったら読めない。まかり間違っても「某ゲームのテープ版を読めないんですけど，バグじゃないですか」などという文句をつけてこないよーに。ボーレートを自由に変えれる所まではやったのだから，その先の**「不毛なあの筋」は自由研究である。**

第14章

turbo Z

Zの機能はおいしいのである

第14章
Zの機能はおいしいのである・・・・

この章ではturboZの機能についてやるのである。さっさと書いてしまうと，turbo（turboIIも含む）とturboZの差は，

1） アナログRGBにも対応し4096色を使用可能
2） 各種モード付きの画像取り込み機能
3） 第2水準ROMを標準搭載
4） 2HDドライブ搭載
5） グラフィック2画面をプライオリティ付きで重ね合わせ表示可能
6） テキストパレットを使用可能
7） FM音源を標準で搭載
8） マウスを標準装備
9） スクロールイン/アウト機能
10） ノンインタレーススーパーインポーズ
11） クロマキー（画面合成）可能

などとなっている。

なお，turboとturboZの間にはturboIIIという**微妙に緊張した関係**のマシンもあるが，それについては自由研究としておく。

さて，以上のことをつらつら考えるに，turboZにあってturboにない機能というのは，ただただひたすらに画面周りだけなのである。付けようと思えば2HDドライブだろうが，FM音源だろうが，第2水準ROMだろうが付いてしまうのである。そこで，「グラフィック」，「画像取り込み」，「画面コントロール」の3点に絞って取りあげることにした。ただし，これらはそれぞれ微妙に絡みあっており，決してバラバラに独立したものではないということを断っておく。またこれ以降のプログラムはCZ-8FB02を使うこと。

グラフィックである

CZ-8FB03を使えばちょいちょいと4096色が使えるのだが，昔ながらのCZ-8FB02だとなかなかそうはいかない。そこで**リスト14-1**である。これは4096色の色見本である。グラフィック画面は320×200であるから，全部で64000ドットなわけだ。それを4096の色数で公平に配給すると，1色当たり15.625ということになる。よってあれこれ考えて，1色当たり縦3ドット×横4ドットの12ドットを，さらに縦横64色ずつ並べることにした。その処理をしているのが250〜400行である。カラーコードの並び方は，画面左上から右にかけて順に0，1，2，3，4，……，63となり，一段下がって左から64，65，66……という，ごく当たり前の配列になっている。で，おそらくは読者の中にはどー

してこのボックスフル（LINE～BF）の結果が4096色の色見本を作るのか分からない人がいるかもしれない。ま，それはそれでいいのである。「どしてかなー？」と考え続けていれば，そのうち分かるときがくれば分かるであろう。もしも分からなかったとしても，それはそれで別に悩むこともない。

リスト 14-1　4096 色見本+Z 用パレットルーチン

```
100 CLEAR &HEF00
110 MEM$(&HEF00,16)=HEXCHR$("DD E5 FE 03 3E 0D C0 78 FE 04 3E 05 D8 E1 01 C5")
120 MEM$(&HEF10,16)=HEXCHR$("1F C5 3E 80 ED 79 EB 7E 23 ED 67 0F 0F 0F 0F 4F")
130 MEM$(&HEF20,16)=HEXCHR$("7E 23 E6 F0 57 ED 67 06 10 ED 79 04 7E 23 B2 ED")
140 MEM$(&HEF30,16)=HEXCHR$("79 04 7E E6 0F B2 ED 79 C1 AF ED 79 C9 01 C5 1F")
150 MEM$(&HEF40,16)=HEXCHR$("C5 3E 80 ED 79 CD 4D EF C1 AF ED 79 C9 11 10 10")
160 MEM$(&HEF50,16)=HEXCHR$("AF 67 6F 4F AF 42 ED 79 04 ED 61 04 ED 69 19 C6")
170 MEM$(&HEF60,16)=HEXCHR$("11 30 F2 0C C8 AC 20 EC 67 2C 18 E9 00 00 00 00")
180 DEFUSR0=&HEF00
190 '
200 INIT:KLIST 0
210 OPTION SCREEN 0:WIDTH 40,25,0,1
220 OUT &H1FB0,&H80
230 GOSUB"CLS12"
240 'CALL &HEF3D 'XPINIT
250 FOR L=0 TO 5
260   D=4*(2^L)
270   IF L<4 THEN C=1 ELSE C=2
280   S=3-(L MOD 4):SCREEN S,S
290   FOR J=0 TO 255 STEP D*2
300     LINE(J+D,0)-(J+2*D-1,191),XOR,C,BF
310   NEXT
320 NEXT
330 FOR L=6 TO 11
340   D=3*(2^(L-6))
350   IF L<8 THEN C=2 ELSE C=4
360   S=3-(L MOD 4):SCREEN S,S
370   FOR J=0 TO 191 STEP D*2
380     LINE(0,J+D)-(255,J+2*D-1),XOR,C,BF
390   NEXT
400 NEXT
410 FOR I=0 TO 4095
420   FOR C1=0 TO 4095
430     C2=C1+I
440 '   GOSUB"XPALET"
450     A$=USR0(MKI$(C1)+MKI$(C2))
460  NEXT
470 NEXT
480 END
490 '
500 LABEL"CLS12"
510 SCREEN,0:CLS4
520 SCREEN,1:CLS4
530 SCREEN,2:CLS4
540 SCREEN,3:CLS4
550 INIT
560 RETURN
570 '
580 LABEL"XPALET"
590 OUT &H1FC5,&H80
600 GR=INT((C1 AND &HFFF)/&H10)
610 B=(C1 AND &HF)*16
620 B0=INT(C2 AND &HF)
630 R0=INT((C2 AND &HF0)/&H10)
640 G0=INT((C2 AND &HF00)/&H100)
650 OUT &H1000+GR,B+B0
660 OUT &H1100+GR,B+R0
670 OUT &H1200+GR,B+G0
680 OUT &H1FC5,&H0
690 RETURN
```

で，色見本だけではナニなので，410～470行でパレットをいじっている。見れば分かると思うが，最初のループ（0回目）で「PALET △，△」=初期化，次の1回目のループで「PALET △，△＋1」，さらに「PALET △，△＋2」……をやっているわけだ。これは無限ループになっているので止めるには BREAK キーである。450行のUSR0を取り去

って440行のGOSUB文を生かすと，パレット変更ルーチンが580行からのBASIC部分になって，とても遅くなるので一度(一度で充分)試していただきたい。USR0で実行している機械語サブルーチンのアセンブルリストは**リスト14-2**である。で，それをよく見るとなんか変なのが後ろにくっついているわけだ。そう，これはパレット初期化ルーチンなわけだ。リスト14-1の240行にこっそりとあるように，「CALL &HEF3D」で4096色のパレットを初期化する。$EF3D_H$〜$EF6B_H$は簡単にリロケータブルになるので(自分でやっていただきたい)，結構便利だろうと思う。ちなみにこのルーチンのメイン部分である$EF4D_H$〜$EF6B_H$(計31バイト)はその筋にコンパクト設計となっている。かなり苦労して作ったからこれよりも小さく作ることはかなり難しいであろう。それよりも，きっと解読するだけでも一苦労だと思う。ちなみにコメントがほとんど付いてないが，これは**わざとそうしたのである。**けけけけけ。

リスト14-2 Z用パレット設定ルーチンとパレット初期化ルーチン

```
                                   .Z80
                                   .PHASE   0EF00H
                              ;
1000                          BLUE     EQU      1000H
1100                          RED      EQU      1100H
1200                          GRN      EQU      1200H
                              ;
EF00     DD E5                XPALET:  PUSH     IX
EF02     FE 03                         CP       3
EF04     3E 0D                         LD       A,13     ;Type mismatch
EF06     C0                            RET      NZ
                              ;
EF07     78                            LD       A,B
EF08     FE 04                         CP       4
EF0A     3E 05                         LD       A,5      ;Illegal f call
EF0C     D8                            RET      C
                              ;
EF0D     E1                            POP      HL       ;DROP
EF0E     01 1FC5                       LD       BC,1FC5H
EF11     C5                            PUSH     BC
EF12     3E 80                         LD       A,80H
EF14     ED 79                         OUT      (C),A    ;WRITE MODE
                              ;
EF16     EB                            EX       DE,HL
EF17     7E                            LD       A,(HL)
EF18     23                            INC      HL
                              ;(HL)=?.G,A=R.B
EF19     ED 67                         RRD               ;A=R.G,(HL)=B.?
EF1B     0F                            RRCA
EF1C     0F                            RRCA
EF1D     0F                            RRCA
EF1E     0F                            RRCA              ;A=G.R
EF1F     4F                            LD       C,A      ;C=G.G!!
EF20     7E                            LD       A,(HL)
EF21     23                            INC      HL
EF22     E6 F0                         AND      0F0H
EF24     57                            LD       D,A      ;D=B.0!!
                              ;
                              ;A=B.0,(HL)=r.b
EF25     ED 67                         RRD               ;A=B.b,(HL)=0.r
EF27     06 10                         LD       B,HIGH(BLUE)    ;=10H
EF29     ED 79                         OUT      (C),A
EF2B     04                            INC      B        ;B=11H
EF2C     7E                            LD       A,(HL)
EF2D     23                            INC      HL
EF2E     B2                            OR       D        ;A=B.r
EF2F     ED 79                         OUT      (C),A
EF31     04                            INC      B
EF32     7E                            LD       A,(HL)   ;A=?.g
EF33     E6 0F                         AND      0FH
EF35     B2                            OR       D        ;A=B.g
EF36     ED 79                         OUT      (C),A
EF38     C1                            POP      BC
EF39     AF                            XOR      A
```

```
EF3A     ED 79              OUT   (C),A    ;ACCESS OFF
EF3C     C9                 RET
                    ;
EF3D     01 1FC5    XPINIT: LD    BC,1FC5H
EF40     C5                 PUSH  BC
EF41     3E 80              LD    A,80H
EF43     ED 79              OUT   (C),A
EF45     CD EF4D            CALL  XPMAIN
EF48     C1                 POP   BC
EF49     AF                 XOR   A
EF4A     ED 79              OUT   (C),A
EF4C     C9                 RET
                    ;
EF4D     11 1010    XPMAIN: LD    DE,1010H
EF50     AF                 XOR   A
EF51     67                 LD    H,A
EF52     6F                 LD    L,A
EF53     4F                 LD    C,A
EF54     AF         L1:     XOR   A
EF55     42         L2:     LD    B,D      ;D=10H
EF56     ED 79              OUT   (C),A
EF58     04                 INC   B
EF59     ED 61              OUT   (C),H
EF5B     04                 INC   B
EF5C     ED 69              OUT   (C),L
                    ;
EF5E     19                 ADD   HL,DE
EF5F     C6 11              ADD   A,11H
EF61     30 F2              JR    NC,L2
                    ;
EF63     0C                 INC   C
EF64     C8                 RET   Z
                    ;
EF65     AC                 XOR   H
EF66     20 EC              JR    NZ,L1
EF68     67                 LD    H,A
EF69     2C                 INC   L
EF6A     18 E9              JR    L2
                    ;
                            END
```

では説明に入る。そこでリスト14-1の580〜690行なわけだ。これがパレット設定の基礎である。

ここでは「PALET C1, C2」に相当することをしているわけである。まず大事なことはI/Oの$1FC5_H$のビット7，ビット3である。これは第0章を見れば分かるであろうが，turboZモードでアナログRGBのパレット設定に先立っては，「ビット7＝1，ビット3＝0」としておかなければならないのである。ビット7＝1はアクセスON，ビット3＝0は書き込みモード（1なら読み出しモード）ということである。そして，できれば680行にもあるように，設定が済んだ後は「ビット7＝0」としてアクセスをOFFにしておくべきである。さもないと，LIST，INIT命令などの「パレットをいじるが，アナログRGBには対応していない命令」が，おかしなパレット設定をしてしまうことがある。

その後は，3回のOUT命令を実行するのだが，その方法がちょっと違和感のある形式になっている。が，一つ例をあげればたちまち分かってしまうだろう。すなわち，

　PALET　&H○△□，　&H$\alpha\beta\gamma$

は，

　OUT　&H10○△，　&H□α

　OUT　&H11○△，　&H□β

　OUT　&H12○△，　&H□γ

になるのだ。ただし○△□，$\alpha\beta\gamma$ というのは，それぞれ「1桁の16進数」である。具体的な数字をあげると，

PALET　&HABC，&HDEF

は，

OUT　&H10AB，&HCD
OUT　&H11AB，&HCE
OUT　&H12AB，&HCF

となるのだ。「C」が「OUTされる数値」の方に回されているというのが微妙なのである。ま，これだけ言っておけば大丈夫であろう。あとはリスト14-2であるが，これは「RRD」の使い方がなかなかである。この命令は「Aレジスタの下位4ビット」，「(HL)の上位4ビット」，「(HL)の下位4ビット」の三つの間で値を回すという命令である。詳しくは参考文献4を見ていただきたい。で，気を付けなければいけないのが，この命令を実行すると（HL）が書き換わるということである。よって，たとえばリスト14-1の450行を，

X$＝MKI$（C1）＋MKI$（C2）：A$＝USR0（X$）

などとすると，X$の中身が書き換わってしまうのである。というわけで，この点は注意するよーに。

次に**リスト14-3**である(100〜200行と480行以降はリスト14-1と同じである)。これは64色×2画面モードである。280〜370行で64色モード用のパレットを設定し，390〜470行で二つのグラフィック画面＋キャラクタのプライオリティ（優先順位）をパコパコと切り換えている(ついでにテキストパレットもランダムに変えている)。何かキーを押すと終了する。そいでもって，このときのパレットの設定であるが，「R，G，Bそれぞれの下位2ビットが無効」ということになっている。すなわち，

				:		
青→0001	0000	＊＊××	＊＊××	:	＊＊××	＊＊＊＊
赤→0001	0001	＊＊××	＊＊××	:	＊＊××	＊＊＊＊
緑→0001	0010	＊＊××	＊＊××	:	＊＊××	＊＊＊＊
$10_H, 11_H, 12_H$		G	R		B	G′, R′, B′

において，「＊」が有効なビットで，「×」が無効なビットということである。「×」の部分は注意深く避けないと，予期せぬパレットが設定されたりする。なぜかというと，たとえば「OUT &H10FF, &HF？」と「OUT &H10AA, &HA？」は同じだからなのだ（無効ビットを0として考えれば分かる)。よって，前者と後者の両方を実行して，なおかつ「？」の部分が双方で違っていたなら，「あれ？　パレットがヘンだぞ」ということになるのである。ま，ここらへんは結構複雑で面倒臭いから，しばらくあれこれといじってみるのが一番手っ取り早いであろう。

リスト14-3　64色×2　サンプル

```
100 CLEAR &HEF00
110 MEM$(&HEF00,16)=HEXCHR$("DD E5 FE 03 3E 0D C0 78 FE 04 3E 05 D8 E1 01 C5")
120 MEM$(&HEF10,16)=HEXCHR$("1F C5 3E 80 ED 79 EB 7E 23 ED 67 0F 0F 0F 0F 4F")
```

```
130 MEM$(&HEF20,16)=HEXCHR$("7E 23 E6 F0 57 ED 67 06 10 ED 79 04 7E 23 B2 ED")
140 MEM$(&HEF30,16)=HEXCHR$("79 04 7E E6 0F B2 ED 79 C1 AF ED 79 C9 01 C5 1F")
150 MEM$(&HEF40,16)=HEXCHR$("C5 3E 80 ED 79 CD 4D EF C1 AF ED 79 C9 11 10 10")
160 MEM$(&HEF50,16)=HEXCHR$("AF 67 6F 4F AF 42 ED 79 04 ED 61 04 ED 69 19 C6")
170 MEM$(&HEF60,16)=HEXCHR$("11 30 F2 0C C8 AC 20 EC 67 2C 18 E9 00 00 00 00")
180 DEFUSR0=&HEF00
190 '
200 INIT:KLIST 0
210 OPTION SCREEN 0:WIDTH 40,25,0,1
220 OUT &H1FB0,&H80
230 GOSUB"CLS12"
240 CALL &HEF3D 'XPINIT
250 SCREEN,0:SYMBOL (0,0),"0",8,4,1,0
260 SCREEN,2:SYMBOL (30,30),"2",8,4,2,0
270 '
280 OUT &H1FB0,&H90
290 FOR G=0 TO 15 STEP 4
300   FOR R=0 TO 15 STEP 4
310     FOR B=0 TO 15 STEP 4
320       C1=G*&H100+R*&H10+B
330       C2=C1
340       A$=USR0(MKI$(C1)+MKI$(C2))
350     NEXT
360   NEXT
370 NEXT
380 '
390 SCREEN 0,0:LOCATE 0,5:PRINT STRING$(12,"@")
400 FOR J=0 TO 8 STEP 8
410   FOR I=0 TO 2
420     D=16+J+I:LOCATE 20,15:PRINT HEX$(D)
430     OUT &H1FC0,D:PAUSE 15
440   NEXT
450 NEXT
460 IF INKEY$="" THEN 400
470 END
480 '
490 LABEL"CLS12"
500 SCREEN,0:CLS4
510 SCREEN,1:CLS4
520 SCREEN,2:CLS4
530 SCREEN,3:CLS4
540 INIT
550 RETURN
```

turboZ では上記のプログラムで示した以外にもさまざまな画面モードがあるわけだ。それらの場合にはどんな色数が使えて，パレットの設定はどうするかという問題がある。それにいちいち答えるのも面倒なので，一番おいしそうな「640×400 で 4096 色中から 8 色を使用可能」を**リスト 14-4** に示す。

リスト 14-4　640×400 で 4096色中 8 色モード

```
100 CLEAR &HEF00
110 MEM$(&HEF00,16)=HEXCHR$("DD E5 FE 03 3E 0D C0 78 FE 04 3E 05 D8 E1 01 C5")
120 MEM$(&HEF10,16)=HEXCHR$("1F C5 3E 80 ED 79 EB 7E 23 ED 67 0F 0F 0F 0F 4F")
130 MEM$(&HEF20,16)=HEXCHR$("7E 23 E6 F0 57 ED 67 06 10 ED 79 04 7E 23 B2 ED")
140 MEM$(&HEF30,16)=HEXCHR$("79 04 7E E6 0F B2 ED 79 C1 AF ED 79 C9 01 C5 1F")
150 MEM$(&HEF40,16)=HEXCHR$("C5 3E 80 ED 79 CD 4D EF C1 AF ED 79 C9 11 10 10")
160 MEM$(&HEF50,16)=HEXCHR$("AF 67 6F 4F AF 42 ED 79 04 ED 61 04 ED 69 19 C6")
170 MEM$(&HEF60,16)=HEXCHR$("11 30 F2 0C C8 AC 20 EC 67 2C 18 E9 00 00 00 00")
180 DEFUSR0=&HEF00
190 '
200 INIT:KLIST 0
210 OUT &H1FB0,&H80
220 OPTION SCREEN 0:WIDTH 80,25,1,2
230 CLS4
240 '
250 FOR I=0 TO 7
260   C1=((I ¥ 4) AND 1)*&H800+((I ¥ 2) AND 1)*&H80 +(I AND 1)*&H8
270   C2=((I ¥ 4) AND 1)*&HF00+((I ¥ 2) AND 1)*&HF0 +(I AND 1)*&HF
280   A$=USR0(MKI$(C1)+MKI$(C2))
290 NEXT
300 '
310 FOR I=0 TO 7
320   LINE(I*30,I*20)-(100+I*30,100+I*20),PSET,I,BF
330 NEXT
```

```
340 '
350 FOR I=0 TO 7
360   C1=((I ¥ 4) AND 1)*&H800+((I ¥ 2) AND 1)*&H80 +(I AND 1)*&H8
370   C2=RND(1)*4096
380   A$=USR0(MKI$(C1)+MKI$(C2))
390 NEXT
400 GOTO 350
```

で，これらの基本は，

1) 低解像度（15kHz）のときは，多色モードにするとバンク0，バンク1が重ね合わさって一つの色になる

2) 高解像度（24kHz）のときは，多色モードにするとバンク0，バンク1が別々になり，同時に両方の面を見ることができない。それに伴い，$1FC0_H$番地の優先順位などは意味を持たなくなる（キャラクタとの間の優先順位はあるが）

3) 色数は，320×200の4096色モード以外は，640×400のときが8色なだけで後はすべて1画面64色である

4) パレットの指定は常にRGBの下位ビットから無効になっていく

なお補足しておくが，ZではIN命令により，その時点でのパレット設定値の読み出しも可能になっている。X1/turboでは値を読み出せなかっただけではなく，パレットの設定が変わってしまったりしていたのである。これは特に大きなメリットがあるわけでもないが（もちろんCZ-8FB03のPSAVEなどはおいしいが），とりあえずは前進であろう。具体的な，パレット設定値の読み出し方法は，

1) $1FC5_H$の第7ビットと第4ビットを1にする。これで多色モードかつ，パレットは読み出しモードとなる

2) OUT &H10GR，B？を実行する。「？」は何でもよい。このとき，パレットは読み出しモードなので，新しい値の設定はされないことに注意。この後，B′=INP（&H10GR）AND &H0Fとする

3) 「&H10」を「&H11」に置き換えてR′を得る

4) 「&H10」を「&H12」に置き換えてG′を得る

5) こうして得た&HG′R′B′がパレットの設定値

ということになる。

ところで，テキストパレットはそれぞれに64色（階調）を指定できるのであるが，美しくないことにカラー0＝黒は黒のまんまなのである。I/Oアドレスから見ると$1FB8_H$番地が臭いのであるが，残念ながらだめである。すなわち，この機能を使ってキャラクタの黒色を他の色に変えることはできないよーである。

で，極めて当然のことながら，テキストパレットはPCGにもかかわってくるのである。よって，turboZでは，PCGで使える色数が大盤振舞されているのである。

画像取り込み

これはなかなか画期的な機能であるが，使い方はものすごく簡単なのでプログラムだけ載せておく。まず**リスト 14-5**は単純に画像取り込みをしつつ，位置補正をするプログラム

である。110行の所でマイナスの値を入力すると取り込みをやめるのである。ちなみに，CRT3というのはスーパーインポーズをする命令である。turboZで画像取り込みをするためには，スーパーインポーズ画面でなくてはいけないのだ。

リスト 14-5　画像取り込み＋位置補正

```
100 WIDTH40,25,0,1:OUT&H1FB0,&H88:CRT 3
110 INPUT A
120 IF A>=0 THEN OUT &H1FC1,A:GOTO 110
130 OUT &H1FB0,&H80:CRT 1
140 END
```

次に**リスト 14-6**である。これはモザイク処理である。入力は8進数で行なうことと，X，Y方向のモザイク指定には無効な部分があることに注意。ちなみに「56」を入力して大きなモザイクにした後で SHIFT ＋ . でコンピュータ画面にすると，それはそれなりに楽しい画面となる。入力のときに8進数ではなく「 ..」を入力するとクロマキーのデモとなる。これはさりとて面白いわけではない。無限ループだから適当な所でBREAKすること。

リスト 14-6　モザイク＋クロマキー　サンプル

```
100 WIDTH40,25,0,1:OUT&H1FB0,&H88:CRT 3
110 OUT &H1FC2,0
120 OUT &H1FC3,0
130 OUT &H1FC1,40
140 INPUT A$:IF A$=".." THEN 180
150 A=VAL("&O"+A$)
160 OUT &H1FC2,A:GOTO 140
170 '
180 OUT &H1FC2,0
190 OUT&H1FB0,&H80:CRT 3
200 FOR X=&H80 TO &HC0 STEP &H40
210   FOR I=0 TO 7
220      C=(I AND 4)*8+(I AND 2)*4+(I AND 1)*2
230  PRINTBIN$(X OR C)
240      BEEP:OUT &H1FC3,X OR C:PAUSE 10
250   NEXT
260 NEXT
270 GOTO 200
```

そして最後が**リスト 14-7**のスクロールである。turboZにはスクロールIN/OUTという機能が付いているが，それのサンプルである。お勧めの入力は8，9，10，11，12などである。そのうち「12」は，CRT出力をカットすることになる。これは別にスクロールと組み合わせる必要はなく，画像取り込み中であろうが，スーパーインポーズ中であろうが，普通のコンピュータ画面であろうが，とにかくCRT出力をカットしてしまう。ビデオマニアにはおいしいであろう。ところでなかなか面白いのがスクロールとモザイク処理付きの画像取り込みの組み合わせである。モザイク処理部分がクルクルと回ってなかなかに面白い。

以上であるが，細かい点であちこちに取りこぼしもあるだろう。一つにはturboZの拡張機能は，カスタムLSIを使ったものであるために，面白そうなもの，便利そうなものを何

リスト 14-7　スクロール　サンプル

```
100 WIDTH40,25,0,1:CRT 3
110 SCROLL 2
120 INPUT N:IF N<0 THEN 160
130 OUT &H1FC4,N
140 GOTO 120
150 '
160 SCROLL 0
170 OUT &H1FC4,0
```

でもかんでも寄せ集めたという感じだからでもある。たとえば画像取り込みに，「反転階調」などというものも指定できるのであるが，どう考えてもこれの用途は，反転をボカシの代わりにしたその筋のビデオを，もう一度その筋する機能ぐらいの意味しかないように思うのだが，どうであろうか（今度やってみよ)。それ以外にもやり残したのに「インタレーススーパーインポーズ」もあるが，これはビデオ編集専用であろう。その方面の趣味を持っている方はスクロール IN/OUT の機能とともに大変おいしいであろう。てなところで turboZ であった。

付　　録

- A　ダンプリストチェック用プログラム
- B　X1処理技術者試験
- C　初出一覧・参考文献

付録A ダンプリストチェック用プログラム

リストA-1はダンプリストチェック用のプログラムである。ごちゃごちゃしているので，打ち込みには充分に注意すること。リストA-2が機械語部分のアセンブルリスト，リストA-3がその部分を自分自身で表示させたものである。

リストA-1 ダンプリストチェックツール

```
100 T=&HC000:CLEAR T
110 MEM$(T+ 0,16)=HEXCHR$("05 C8 EB E5 56 23 5E 23 05 28 1C EB 0E 80 1A A1")
120 MEM$(T+16,16)=HEXCHR$("28 01 37 ED 6A 30 08 3E 10 AC 67 3E 21 AD 6F CB")
130 MEM$(T+32,12)=HEXCHR$("09 30 EB 13 10 E8 EB E1 73 23 72 C9")
140 DEFUSR0=T
150 DEFINT B-Z:DIM X(7)
160 INPUT A$
170 B=VAL("&H"+MID$(A$,2,4)):IF B>=0 THEN 160
180 C=VAL("&H"+MID$(A$,7,4)):IF C>=0 THEN 160
190 FOR D=B TO C STEP 128
200 IF D+127<C THEN E=127 ELSE E=C-D
210 Z$=LEFT$(MEM$(D,E+1)+STRING$(127,0),128)
220 F=0:FOR J=0 TO 7:X(J)=0:NEXT
230 FOR I=0 TO 15
240 IF D+F<=C THEN E$=HEX$(D+F)+" ":GOSUB 360 ELSE I=99:GOTO 290
250 Y=0:FOR J=0 TO 7
260 G=ASC(MID$(Z$,F+1,1)):Y=Y+G:X(J)=X(J)+G
270 IF F<=E THEN E$=RIGHT$("0"+HEX$(G),2)+" " ELSE I=99:E$=SPACE$(3)
280 GOSUB 360:F=F+1:NEXT:E$=": "+RIGHT$("0"+HEX$(Y),2):GOSUB 340
290 NEXT:E$=STRING$(33,"-"):GOSUB 340:E$="SUM: ":GOSUB 360
300 FOR J=0 TO 7:E$=RIGHT$("0"+HEX$(X(J)),2)+" ":GOSUB 360:NEXT
310 Z$=USR0(LEFT$(Z$,E+1)):IF E=0 THEN Z$=Z$+Z$
320 E$=RIGHT$("000"+HEX$(CVI(LEFT$(Z$,2))),4):GOSUB 340:E$="":GOSUB 340
330 NEXT:END
340 GOSUB 360:IF LEFT$(A$,1)="P" THEN LPRINT ELSE PRINT
350 RETURN
360 IF LEFT$(A$,1)="P" THEN LPRINT E$; ELSE PRINT E$;
370 RETURN
```

リストA-2 CRC計算プログラム

```
                                .Z80
                                .PHASE  0C000H  ;OR ANY PLACE
                        ;
                        ;DE=TOP ADDR
                        ;B=LENGTH
C000    05              MKCRCS: DEC     B
C001    C8                      RET     Z       ;LEN=1 THEN RET
                        ;
C002    EB                      EX      DE,HL
C003    E5                      PUSH    HL      ;SAVE VAL ADDR.
C004    56                      LD      D,(HL)
C005    23                      INC     HL
C006    5E                      LD      E,(HL)
C007    23                      INC     HL
                        ;
C008    05                      DEC     B
C009    28 1C                   JR      Z,FINIS ;JUST 2
                        ;
C00B    EB                      EX      DE,HL   ;HL=SEED,DE=ADDR.
C00C    0E 80                   LD      C,80H   ;MASK
                        ;
C00E    1A              LOOP:   LD      A,(DE)  ;DATA
C00F    A1                      AND     C       ;CHECK
C010    28 01                   JR      Z,SKIP
                        ;
C012    37                      SCF             ;CY=1
C013    ED 6A           SKIP:   ADC     HL,HL   ;HL=HL+HL+CY
C015    30 08                   JR      NC,NEXT ;NEXT BIT
```

```
                                 ;
C017     3E 10                          LD      A,10H
C019     AC                             XOR     H
C01A     67                             LD      H,A
C01B     3E 21                          LD      A,21H
C01D     AD                             XOR     L
C01E     6F                             LD      L,A        ;HL=HL XOR 1021H
                                 ;
C01F     CB 09                   NEXT:  RRC     C          ;ROTATE MASK
C021     30 EB                          JR      NC,LOOP    ;RIGHT BIT
C023     13                             INC     DE         ;NEXT BYTE
C024     10 E8                          DJNZ    LOOP       ;DEC COUNT
                                 ;
C026     EB                             EX      DE,HL
C027     E1                      FINIS: POP     HL         ;GET ADDR.
C028     73                             LD      (HL),E
C029     23                             INC     HL
C02A     72                             LD      (HL),D     ;SAVE
                                 ;
C02B     C9                             RET
                                 ;
                                        END
```

リストA-3 出力サンプル

```
C000 05 C8 EB E5 56 23 5E 23 : 97
C008 05 28 1C EB 0E 80 1A A1 : 7D
C010 28 01 37 ED 6A 30 08 3E : 2D
C018 10 AC 67 3E 21 AD 6F CB : 69
C020 09 30 EB 13 10 E8 EB E1 : FB
C028 73 23 72 C9             : D1
-------------------------------:--
SUM: BE F0 02 D7 FF 68 DA AE C076
```

使い方を説明する。まずはリストA-1を間違いないように打ち込む。特に110行～130行は注意して打ち込むこと。打ち込み終わったら**RUNする前にセーブしておく**。そして，そのディスク（もしくはテープ）を取り出しておく。その後にRUNして動作チェックを行なう。RUNした後，「DC000 C02B⏎」でリストA-3のように表示したらひとまずはOKである（あくまで**ひとまず**である。まだまだバグが入っている可能性がある）。打ち込み間違いがないということはまずあり得ないから，一発で動くとは期待しないように。バグを取っている間，暴走させてディスクを壊したりしないように，くれぐれも注意していただきたい。

で，プリンタに打ち出す場合は「PC000 C02B」のように「P開始アドレス　終了アドレス」である。**アドレスは常に4桁の16進数で指定すること**。またこのプログラムでは0000～7FFFのアドレスは指定できないようになっている（必要もない）。

チェックするポイントは，リストA-3で　　　　になっている部分である。特に右下隅の4桁の16進数は大事である。

また，このプログラムで第10章のMMLプログラムをチェックするときは，前もってNEW ON &HD000を実行しておいてからリストA-1とMMLプログラムをロードし，100行の「CLEAR T」を削除してからRUNしていただきたい。

余談であるが，100行のT＝&HC000は，別にC000でなくてもよく，D000，E000，F000などでもかまわない。よーするに**チェックする機械語プログラムと重ならないアドレスならどこでもよい**のである。

付録B　X1処理技術者試験

最近は軟弱なパソコンユーザーが増えている。

そんなことではいけないので，ここにとりあえずX1処理試験を用意することにした。おのおのの段階に応じて，第2種その筋，第1種その筋，特種その筋が認定される。ただし面倒臭いので，勝手に採点して勝手に認定されていただきたい。

なお，試験問題にはロクでもないものも含まれているので，心してかかるように。

注意事項

試験時間は無制限の金網デスマッチ3本勝負である。リターンマッチも可であるから，大いに頑張っていただきたい。ただし，ずるはしないように。

1．適性試験

問　以下の項目にYES/NOで答えよ

(1)　必要ないと分かっていても，ついつい最適化してしまう
(2)　どんなプログラムでも「もう1バイト短くできる」と信じている
(3)　どんなプログラムでも「もう1クロック速くできる」と信じている
(4)　指を10ビットのメモリとして使ったことがある
(5)　プログラミングしながら日の出を迎えることは，それほど珍しくない
(6)　CRTは目に悪いと体感している
(7)　戦闘機のフライトシミュレータは面白そうなゲームである
(8)　10進法は不自然である
(9)　頭の中に裏レジスタがある
(10)　「CD」とは音楽用語ではなくCALLのことである
(11)　「地震　雷　火事　停電」である
(12)　頭の中にフラグレジスタがある
(13)　ディスケットの磁性面に触るようなやつは死刑にすべきだ
(14)　パソコンの前で食事することが多い
(15)　プリンタ用紙にメモすることが多い
(16)　BASICよりも機械語の方が便利だ
(17)　老後の趣味はプログラミングと決めている

以上17項目のうち9項目以上にYESと答えた方はその筋陽性ですので，第2種その筋を名乗ることを許可します。

2．第1種その筋試験

問1　PSGのレジスタ設定について答えよ

a)　花子さんはおかあさんからX1のPSGを使って300Hzの音を出して欲しいとたのまれました。チャンネルAを使うとしたら，R_0，R_1にはどんな数を設定すれば，一

番300Hzに近い周波数の音が出るでしょうか。

b) 太郎君はその筋なので，X1を使って出せる一番低い音（周波数の小さい音）を出してみようとしました。さて，太郎君が出した音の周波数はいくつでしょう。小数点第2位で四捨五入して答えなさい。

問2 パレットの設定について答えよ

NEW BASICとturbo BASICのコマンド「PALET＠」は一つのコマンドで最大八つのパレットを設定できるコマンドである(知らなかったら×)。

そこで「PALET＠文に相当する3バイトのデータ」について答えよ。

a) 資料を見ずに，初期状態の「3バイト」を答えよ。また，その3バイトはそれぞれ何番地にOUTするか？

b) 「PALET＠ 4，1，2，6，4，1，2，6」に対応する3バイトは？

c) グラフィックを4色だけに制限する代わりに，青＞赤＞緑（＋黒）の優先順位で使えるようにしたい（勝手な話だが，この時点で何を言おうとしているのか分からなかったら×)。青をPLANE 0(4000_H～$7FFF_H$)，赤をPLANE 1 (8000_H～$BFFF_H$)，緑をPLANE 2 ($C000_H$～$FFFF_H$)とするには，どうすればよいか。「PALET＠ ?，?，?，?，?，?，?，?」と「3バイトのデータ」で答えよ。

d) c)と似たケースで，白(PLANE0)＞青(PLANE1)＞赤(PLANE2)（＋黒）の場合について答えよ。

e) 4色ではなく5色に制限して青，赤，緑＞白（＋黒）としたい。パレットコードを青＝1，赤＝2，緑＝3＞白＝4 （黒＝0） とするにはどうするか。「PALET＠ ?，?，?，?，?，?，?，?」と「3バイトのデータ」で答えよ。

問3 次の式をウンウン言いながら暗算して16進数で答えよ。ただし～$_B$は2進数，～$_O$は8進数を表すものである。

a) $FA_H + 27_H + 34_H$

b) $FF_H \times 1011_B$

c) $774_O + 444_O$

d) $10_H \times 11_H + 2A_H$

e) $0F_H \times 0F_H$

f) $716_H \div 2$

g) $\sqrt{100_H}$

h) $\sqrt{144_H}$

i) $\sqrt{2710_H}$

問4 次のサブルーチンの実行時間を計算し，クロック数(ステート数)と時間(μsの単位)を答えよ。もちろんクロックは4MHzとする。ただしZ80の解説書を参照してもよろしい。

a)

```
        LD     A, 100
LOOP:DEC    A
        RET    Z
        JR     LOOP
```

b)

```
        LD     A, 100
LOOP:DEC    A
        JP     NZ, LOOP
        RET
```

c)

```
        LD     A, 100
LOOP:DEC    A
        JR     NZ, LOOP
        RET
```

d)

```
        PUSH   AF
        PUSH   DE
        LD     DE, 151
LOOP:DEC    DE
        LD     A, D
        OR     E
        JR     NZ, LOOP
        JR     SKIP
SKIP:OR     A
        POP    DE
        POP    AF
        RET
```

問5 HLレジスタ×msだけ(よーするにHL＝1なら1ms, HL＝2なら2ms) 時間つぶしをするサブルーチンを作りたい (HL＝0のときは考えなくてよい)。ただし，呼び出す側での,

```
PUSH  HL
LD    HL,    nm   ;何m秒か
CALL  そのサブルーチン
```

POP　HL

の時間も入れて考えるとする。

a)　空いてる所をその筋な文字列で埋めなさい（甘えは許しません）

```
        呼び出し例
         PUSH     HL        ;11
         LD       HL,1234   ;10
         CALL     WAIT      ;17
         POP      HL        ;10

        サブルーチン
WAIT:    PUSH     AF        ;11
         PUSH     DE        ;11
         NEG                ;8
         DEC      HL        ;6
         LD       A,H       ;4
         OR       L         ;4
;
         JR       (1),CASE0 ;12/7
         LD       DE,(2)    ;10
         CALL     WS        ;17
         BIT      0,(HL)    ;12
         DEC      DE        ;6
         OR       A         ;4
;
LOOP:    LD       DE,(3)    ;10
         NEG                ;8
         NEG                ;8
         CALL     WS        ;17
         DEC      (4)       ;6
         LD       (5)       ;4
         OR       (6)       ;4
         JR       NZ,LOOP   ;12/7
;
FINIS:   POP      DE        ;10
         POP      AF        ;10
         RET                ;10
;
CASE0:   LD       DE,(7)    ;10
         CALL     WS        ;17
         JR       FINIS     ;12
;
WS:      DEC      DE        ;6
         LD       A,D       ;4
         OR       L         ;4
         JR       NZ,WS     ;12/7
         RET                ;10
```

b)　上記のプログラムを短く作り変えなさい（これは簡単）

3．特種その筋試験（論文）

a)　第14章のリスト14-2（turboZの4096色パレットの初期化）の $EF4D_H$ ～ $EF6B_H$ の部分の動作を理解し解説せよ。

b)　それと同機能で，より短いサブルーチンを作れ。もしも不可能と考える場合は，不可能であることを証明せよ。

【解答】

第1種その筋試験

問1

a) $R_0=161$, $R_1=1$

b) 30.5Hz

問2

a) AA_H, CC_H, $F0_H$ の3バイト

OUTする番地は,

$AA_H \rightarrow 1000_H$ 番地

$CC_H \rightarrow 1100_H$ 番地

$F0_H \rightarrow 1200_H$ 番地

b) 22_H, CC_H, 99_H

c) PALET@　0, 1, 2, 1, 4, 1, 2, 1

AA_H, 44_H, 10_H

d) PALET@　0, 7, 1, 7, 2, 7, 1, 7

EE_H, BA_H, AA_H

e) PALET@　0, 1, 2, 4, 7, 1, 2, 4

32_H, 54_H, 98_H

問3

a) 155_H　b) $AF5_H$　c) 320_H　d) $13A_H$　e) $E1_H$　f) $38B_H$　g) 10_H
h) 12_H　i) 64_H

問4

a) 2695クロック, 673.75μs

b) 1417クロック, 354.25μs

c) 1612クロック, 403μs

d) 3999クロック, 999.75μs (けけけけけ)

問5

a)

(1) Z　(2) 147　(3) 151　(4) HL　(5) A, H　(6) L　(7) 147

b)

自己採点しなさい。②と⑦がともに「147」であることを使えば簡単。もちろんそれ以外でもよい。

特種その筋試験

解答が載っているなどと思っていた人は失格。

付録C 初出一覧・参考文献

【初出一覧】

各章のOh！MZ誌連載時における掲号とタイトルを下記に示す。

第0章　きっと完全無欠なI/Oマップ——'85年6月号「第1回 たぶん完全無欠なI/Oマップ」，'87年2月号「第21回 ほとんど完全無欠なI/Oマップ」

第1章　CRTCでどすこいである——'85年7月号「第2回 そこにCRTCがあるからなのだ」

第2章　PCGは二度おいしいのである——'86年3月号「第10回 PCGのお通りである」

第3章　漢字名野出亜留——'86年11月号「第18回 とーとー漢字なのである」

第4章　サブCUPのおかげなのである——'85年10月号「第5回 サブCUPは必修科目なのである」

第5章　CTCは律儀なのである——'86年4月号「第11回 CTCはきちょーめんなのである」

第6章　SIOでマウスである——'86年5月号「第12回 SIOは通信ばかりではないのである」

第7章　通信だってするのである——'87年8月号「最終回　通信プログラムである」

第8章　DMAはヘビー級である——'85年8月号「第3回 Z80の一族はただ者ではないのである」，'85年9月号「第4回 DMAはグラフィックもしてしまうのである」

第9章　ディスクを回すのである——'85年12月号「第7回 軟式円盤の基礎である」，'86年1月号「第8回 FDCは挑戦的である」，'86年2月号「第9回 FDCは業師なのである」，'86年7月号「第14回 DMAにはディスクがよく似合うのである」

第10章　PSGは基本である——'85年11月号「第6回 PSGはてりめぇである」

第11章　FM音源ナハトムジーク——'87年5月号「第23回 FM変調するのである」，'87年6月号「第24回 MMLを作るのである」，'87年7月号「第25回 MMLを完成するのである」

第12章　カラーイメージボードで取り込むのである——'87年4月号「第22回 カラーイメージボードなのである」

第13章　テープもやってしまうのである——'86年6月号「第13回 あげくのはてにはテープなのである」

【参考文献】

1. 「X1マシン語活用百科」，清水保弘著，産業報知センター刊
2. X1 turbo 回路図公開，「Oh！MZ」，'84年4月号
3. 続インターフェイスLSIの研究 CRTC［HD46505］編，「マイコンピュータ No.8」，千葉憲昭著，CQ出版社刊
4. 「Z80ファミリ・ハンドブック」，額田忠之著，CQ出版社刊
5. 「プログラマブルサウンドジェネレータ データマニュアル」，ゼネラル インスツルメント インターナショナル コーポレーション (GI) 刊
6. 「YM2151ユーザーズマニュアル」，日本楽器製造株式会社刊
7. 「CZ-8BS1取扱説明書」，シャープ刊
8. 「X1システム研究室」，有田隆也，牛嶋昌和，I. Rittaporn著，日本ソフトバンク刊
9. I/O '85年7月号「マイクロプロセッサを比較する⑲」，Processor's Professor著，工学社刊
10. 「最新フロッピ・ディスク装置とその応用ノウハウ」，高橋昇司著，CQ出版社刊
11. 「ガラスの仮面」1～34巻，美内すずえ著，白泉社刊
12. 「小さなお茶会」1～6巻，猫十字社著，白泉社刊

索　引

く

け

こ

さ

し

す

せ

そ

《著者略歴》

```
E000 24 45 4D 06 24 31 53 AE : 12
E008 C1 B3 C9 FF 23 FF F0 01 : 4F
E010 76 FF 79 ED E0 38 01 23 : 17
E018 E0 2C CD FF E0 38 11 23 : 24
E020 FF 23 23 FF 00 AB 01 23 : 13
E028 FF 01 10 01 E0 32 11 09 : 3D
E030 00 12 01 FF 2A 3E 23 AB : 48
E038 01 07 A8 21             : D1
-----------------------------------
SUM: 3A 60 38 11 11 BB 8A CC D5B4
```


試験に出るX1

ハードウェアのフルコース

定価はカバーに記載されております

昭和62年12月15日　初版発行
昭和63年2月1日　第2刷発行

著　者　祝　一平

発行者　孫　正義

発行所　株式会社日本ソフトバンク
出版事業部
〒102　東京都千代田区九段南2-3-26
☎03(261)4095

印　刷　壮光舎印刷株式会社

ISBN4-930795-88-5